



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ELEKTROINSTALACE V BYTOVÉM DOMĚ

ELECTRICAL INSTALLATION IN APARTMENT BUILDINGS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

Ondřej Pírek

AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE

Ing. JANA DOLEŽALOVÁ

SUPERVISOR

BRNO 2021



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Ondřej Pírek
Název	Elektroinstalace v bytovém domě
Vedoucí práce	Ing. Jana Doležalová
Datum zadání	30. 11. 2020
Datum odevzdání	28. 5. 2021

V Brně dne 30. 11. 2020

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran

B. Výpočtová část

- analýza objektu – koncepční řešení kabelových rozvodů,
- výpočet potřebného elektrického příkonu s ohledem na instalovanou technologii,
- koncepční návrh hlavního rozvaděče,
- návrh přívodního kabelu do hlavního rozvaděče včetně jističí,
- rozbor použitých vodičů s ohledem na požární bezpečnost staveb,
- dimenzování vodičů k jednotlivým zařízením,
- volba typů odbočných a přístrojových krabic, volba a popis použitých svorkovnic (šroubované spoje, WAGO svorky apod.),
- předpokládaná roční spotřeba elektrické energie.

C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: půdorysy kabelových rozvodů 1:50 (1:100), schéma zapojení hlavního rozvaděče a technická zpráva.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

Ing. Jana Doležalová

Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalářská práce popisuje návrh elektroinstalace v bytových domech. Teoretická část se zabývá legislativou, hlavním domovním vedením, elektroinstalačním materiálem, silnoproudými a slaboproudými vedeními a na závěr seznamuje s chytrými domácnostmi.

V této práci je část výpočtová, která vychází z teoretické části a aplikuje se na zadanou budovu. Je zde proveden výpočet konkrétních rozvodů, návrh elektroinstalačního materiálu a výpočet předpokládané roční spotřeby elektrické energie. Ve třetí části se nachází projekt s technickou zprávou a přílohovou částí, kde jsou výkresy.

KLÍČOVÁ SLOVA

Rozvaděč, elektrické vedení, jistič, proudový chránič, pojistka, přípojka, kabel, svorkovnice, sběrnice

ABSTRACT

Bachelor thesis describes wiring system in apartment buildings. Theoretical part deals with legislation, main house conduit, wiring materials, heavy and low current, and also with Smart Homes. In this thesis, there is also an analytical part which is applied to specified building. In this section we have calculation for specific cable, design of wiring materials and calculation of the annual electric energy consumption. Third part includes project with technical report and attachment with drawings.

KEYWORDS

Switchboard, power line, circuit breaker, failure intensity, fuse, service line, cable, terminal strip, bus

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Ondřej Pírek *Elektroinstalace v bytovém domě*. Brno, 2021. 57 s., 82 s. příl. Bakalářská práce.
Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Jana Doležalová

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Elektroinstalace v bytovém domě* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 28. 5. 2021

Ondřej Pírek

autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat celé své rodině za velikou a neutuchající podporu během mého studia. Taktéž bych chtěl poděkovat vedoucí mé práce paní Ing. Janě Doležalové za její cenné rady, za její shovívavost a trpělivost, a hlavně za její velmi optimistický přístup k věci. A ještě bych chtěl jmenovitě poděkovat mojí kolegyni Justine Sonje Otavové za přísun silné motivace a za skvělou spolupráci v distanční formě výuky.

OBSAH

1	Úvod.....	3
2	Teoretická část.....	4
2.1	Legislativa	4
2.2	Hlavní části domovního rozvodu.....	7
2.2.1	Elektrická přípojka	7
2.2.2	Hlavní domovní skříň.....	9
2.2.3	Hlavní domovní vedení	9
2.2.4	Odbočky k elektroměrům.....	12
2.2.5	Elektroměrový a bytový (podružný) rozvaděč.....	12
2.3	Silnoproud	14
2.3.1	Světelné obvody	14
2.3.2	Zásuvkové obvody	15
2.4	Slaboproud.....	17
2.5	Provádění elektrotechnických instalací	19
2.5.1	Vedení instalací	20
2.5.2	Instalace se zvýšeným výskytem vody.....	21
2.6	Ochrana před elektrickým proudem	25
2.6.1	Základní ochrana	25
2.7	Elektroinstalační materiály	27
2.7.1	Vodiče	27
2.7.2	Kabely	27
2.7.3	Krabice	27
2.7.4	Svorky a svorkovnice	27
2.7.5	Jističí prvky	28
2.8	Chytré domácnosti.....	31
2.8.1	Technologie připojení chytrých domácností	31
2.8.2	Funkce a popis Smart Home	32

2.8.3	Systém KNX	34
3	Výpočtová část	36
3.1	Analýza objektu	36
3.2	Výpočet elektrického příkonu	36
3.3	Návrh přívodního kabelu	37
3.4	Koncepční návrh hlavního rozvaděče.....	38
3.4.1	Hlavní rozvaděč.....	38
3.4.2	Bytové rozvaděče	38
3.5	Rozbor použitých vodičů.....	39
3.5.1	Silový kabel CYKY	39
3.5.2	Kabel JYTY.....	39
3.5.3	Kabel YCFGY	39
3.5.4	Optický kabel OKO 50/125 – 24.....	40
3.6	Volba typů přístrojových krabic a svorkovnic	40
3.6.1	Krabice	40
3.6.2	Svorky a svorkovnice	40
3.7	Dimenzování vodičů k jednotlivým zařízením.....	41
3.7.1	Světelné obvody	41
3.7.2	Zásuvkové obvody	43
3.8	Předpokládaná roční spotřeba elektrické energie	44
4	Projekt	45
4.1	Technická zpráva Elektroinstalace	45
4.2	Výkresová část.....	50
5	Závěr.....	51
6	Zdroje, literatury.....	52
7	Seznam obrázků	55
8	Seznam použitých zkratk.....	56
9	Seznam Příloh	57

1 Úvod

Bakalářská práce se zabývá elektroinstalací v zadaném objektu. Dělí se na tři části.

První část popisuje základní a obecné informace ohledně elektroinstalací. Jde o teoretickou část, která v sobě zahrnuje legislativu, hlavní části domovních rozvodů, rozdělení silnoproudu a slaboproudu, ochranu před elektrickým úrazem, elektroinstalační materiály. Dále jsou zde uvedeny typy provádění elektrotechnických instalací, jejich vedení v zónách, a nakonec je zde část věnována takzvaným chytrým domácnostem.

Druhá část je již praktická. Jedná se o základní výpočty k zadané budově a návrh celkové instalace v ní.

Třetí část je výsledným projektem, který obsahuje technickou zprávu a veškeré potřebné výkresy k jeho řešení.

2 Teoretická část

2.1 Legislativa

Všechny elektrotechnické práce spadají pod výkon právních předpisů. Celkové nové elektroinstalace, či rekonstrukce nebo úpravy, již zavedené instalace, se řadí pod zákon o územním plánování a stavebním řádu č.183/2006 Sb. (stavební zákon) a jemu navazujícím předpisům. Tento zákon řeší vše, co musí daná stavba splňovat, či kdo je řídicím článkem vedením. Stanovuje způsobilou osobu, nebo odborný dozor na dané stavbě.

Elektroinstalace spadají pod udržovací práce, přesněji pod §103, který zmiňuje, že není potřeba stavebního povolení, či ohlášky, jestli se jedná o rekonstrukci elektroinstalace.

Často se ale setkáváme s případem nucené činnosti spojené s rozsáhlejšími pracemi (nastává například při změně dispozice v objektu aj.) a zde se musí vyřešit legislativní podmínky s nadřazenou pracovní činností.

Dále je zde zmiňována vyhláška č.50/1978 Sb. o odborné způsobilosti v elektrotechnice. Tato vyhláška je nezbytná pro výkon práce na stavbě v oboru elektrotechniky. Určuje odbornou způsobilost daného pracovníka, jestli je schopen vykonávat danou činnost na elektrotechnických zařízeních.

Osoby jsou v této vyhlášce řazeny do kategorií:

Základní důležité paragrafy:

§3 – pracovníci seznámení

§4 – pracovníci poučení

- Tyto dvě kvalifikace opravňují majitele (či jinou určenou osobu) po zaučení obsluhovat elektrické stroje, přístroje.

Další paragrafy už zahrnují pracovníky s elektrotechnickým vzděláním:

§5 – pracovníci znalí

§6 – pracovníci pro samostatnou činnost

§7 – pracovníci pro řízení

§8 - pracovníci pro řízení dodavatelským způsobem

§9 – pracovníci pro provádění revizí

- Tito pracovníci mají ukončené požadované vzdělání a složili zkoušku před některým z příslušných orgánů státního odborného dozoru (TIČR)

§10 – pracovníci pro samostatné projektování

§11 – zvláštní případy

- Každý z těchto paragrafů udává nutnou délku praxe, či nutného vzdělání pro dosažení vzdělání. Většina těchto paragrafů je zakončena zkouškou před odbornou komisí, která tuto zkouškou vede. Vyšší kvalifikační vzdělání jsou přezkoušena jednou za tři roky.

Dalším zavazujícím dokumentem je norma ČSN 33 2000-x-xxx, elektrické instalace nízkého napětí. Tyto normy určují veškerý základ pro navrhování, revize, stavby elektrického zařízení nízkého napětí. Jsou tvořeny primárně pro zajištění bezpečnosti lidí, zvířat, či majetku před případným úrazem, nebo nebezpečím poškození.

Normy se zabývají mnohé i jinými důležitými body, jsou velmi rozsáhlé a závazné.

Viz. přiložený seznam:

ČSN 33 2000-1 ed.2 – Elektrické instalace nízkého napětí – Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice

ČSN 33 2000-2-21 – Pokyny k používání všeobecných termínů

ČSN 33 2000-4-41 ed.2 – Ochrana před úrazem elektrickým proudem

ČSN 33 2000-4-41 ed.3 - Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem

ČSN 33 2000-4-42 ed.2 – Ochrana před účinky tepla

ČSN 33 2000-4-43 ed.2 – Ochrana před nadproudy

ČSN 33 2000-4-443 ed.3 – Ochrana před atmosférickým nebo spínacím přepětím

ČSN 33 2000-4-444 – Ochrana před napětíovým a elektromagnetickým rušením

ČSN 33 2000-4-45 – Ochrana před podpětím

ČSN 33 2000-4-46 ed.3 – Odpojování a spínání

ČSN 33 2000-4-47 – Použití ochranných opatření pro zajištění bezpečnosti

ČSN 33 2000-4-473 – Opatření k ochraně proti nadproudům

ČSN 33 2000-4-48 – Výběr ochranných opatření podle vnějších vlivů

ČSN 33 2000-4-482 – Ochrana proti požáru v prostorách se zvláštním rizikem nebo nebezpečím

ČSN 33 2000-5-51 ed.3 – Výběr a stavba elektrických zařízení – Všeobecné předpisy

ČSN 33 2000-5-52 ed.2 – Výběr a stavba elektrických zařízení – Elektrická vedení

ČSN 33 2000-5-53 ed.2 – Výběr a stavba elektrických zařízení – Spínací a řídicí přístroje

ČSN 33 2000-5-534 ed.2 – Přepětíová ochranná zařízení

ČSN 33 2000-5-54 ed.3 – Výběr a stavba elektrických zařízení – Uzemnění a ochranné vodiče

ČSN 33 2000-5-551 ed.2 – Ostatní zařízení – Nízkonapětíová zdrojová zařízení

ČSN 33 2000-5-557 – Výběr a stavba elektrických zařízení – Pomocné obvody

ČSN 33 2000-5-559 ed.2 – Výběr a stavba elektrických zařízení – Svítidla a světelná instalace

ČSN 33 2000-5-56 ed.2 – Výběr a stavba elektrických zařízení – Zařízení pro bezpečnostní účely

ČSN 33 2000-5-57 – Koordinace elektrických zařízení pro ochranu, odpojování, spínání a řízení

ČSN 33 2000-6 ed.2 – Elektrické instalace nízkého napětí – Revize

ČSN 33 2000-7-701 ed.2 – Prostory s vanou nebo sprchou

ČSN 33 2000-7-702 ed.3 – Plavecké bazény a fontány

ČSN 33 2000-7-703 ed.2 – Místnosti a kabiny se saunovými kamny

ČSN 33 2000-7-704 ed.2 – Elektrická zařízení na staveništích a demolicích

ČSN 33 2000-7-705 ed.2 – Zemědělská a zahradnická zařízení

ČSN 33 2000-7-706 ed.2 – Omezené vodivé prostory

ČSN 33 2000-7-712 ed.2 – Solární fotovoltaické (PV) napájecí systémy

ČSN 33 2000-7-713 – Nábytek

ČSN 33 2000-7-714 ed.2 – Venkovní světelné instalace

ČSN 33 2000-7-715 ed.2 – Světelná instalace napájená malým napětím

ČSN 33 2000-7-718 – Prostory občanské výstavby a pracoviště

ČSN 33 2000-7-753 ed.2 – Topné kabely a pevně instalované topné systémy

Pro tuto bakalářskou práci je taktéž nutné uvést normu ČSN 33 2130 ed.3 (2014) Elektrické instalace nízkého napětí – Vnitřní elektrické rozvody.

Tato norma přesně popisuje rozvod kabeláže po budovách pro bydlení. Shrnuje výpočetní vzorce, požadavky, či omezení při návrhu nebo instalace daného rozvodu. Zahrnuje obecné popisy, základní ustanovení a informativní tabulky pro možný návrh.

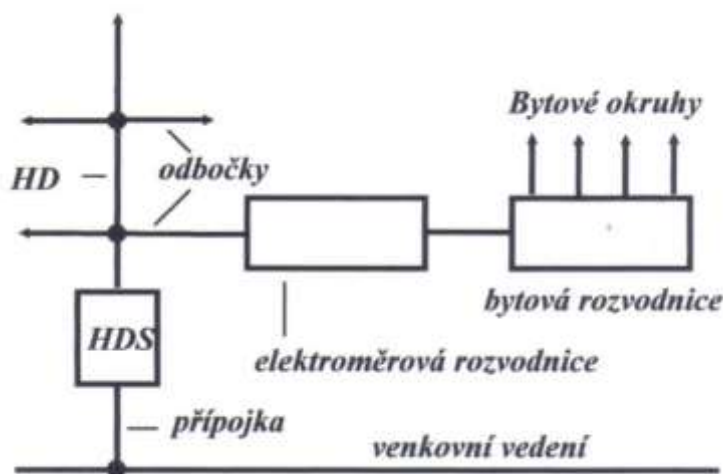
V legislativě se nachází více závazných norem, které mají dopad na elektroinstalaci v obytných budovách. Výše zmíněné normy jsou ty nejzákladnější z nich, podle kterých by se měli řídit veškeré výpočty, či instalace v nových realizovaných budovách.

2.2 Hlavní části domovního rozvodu

V této sekci jsou popsány části domovních rozvodů. Jedná se o dílčí části celkového připojení od vnější přípojky až po jednotlivý bytový okruh.

Do tohoto zařídění spadají: Přípojka

Hlavní domovní skříň	(HDS)
Hlavní domovní vedení	(HDV)
Odbočky z HDV	
Elektroměrové rozvodnice	(RE)
Bytové rozvodnice	(RB)
Jednot. bytové okruhu	



Obrázek 2-1: Schéma hlavní části domovního rozvodu

2.2.1 Elektrická přípojka

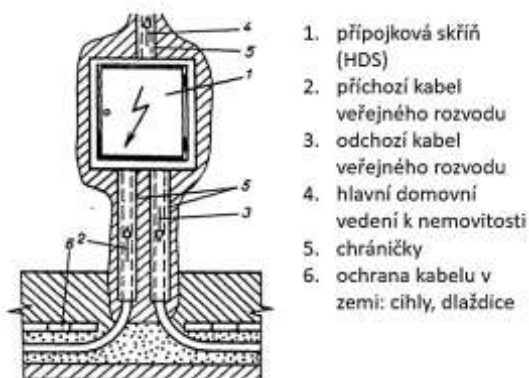
Propojuje distribuční síť nízkého napětí a řešený objekt. Je to elektrické vedení, které nám zavádí elektrickou energii na daný pozemek. Začíná od odbočky a končí v HDS. Pro každý objekt by měla být zvlášť osazena jen jedna elektrická přípojka. Přípojka může být tvořena dvěma způsoby (nebo jejich kombinací):

Kabelové vedení pod povrchem

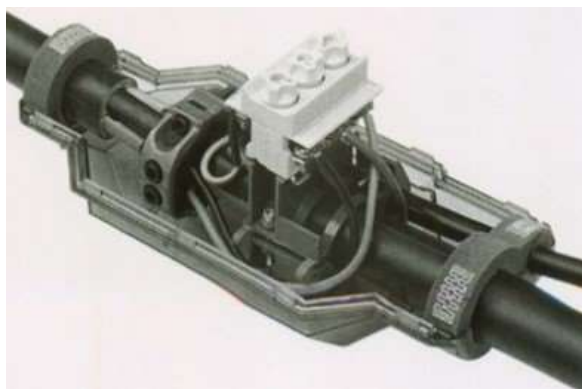
Provádí se minimálně čtyř-žilovým měděným kabelem minimálního průřezu 10 mm^2 . Můžeme se i setkat s provedením hliníkových vodičů, které musí mít minimální průřez $4 \times 16 \text{ mm}^2$. Pod spodním a vrchním okrajem kabelu by měl být zásyp písku v min. tloušťce 10 cm. Kabely jsou sice chráněny před vnějšími vlivy, ale měli bychom dbát na lidský faktor, a proto se zde zavádí podmínka mechanické ochrany. Pokud nejsme schopni dodržet hloubku uložení kabelu, která je minimálně 700 mm, musíme dané kabely chránit před možným poškozením pokládkou pálených cihel (může být i jiný pevný materiál, nebo chránička) na pískové lóže. Když je zatížení násypu velké, tak se daný zásyp navíc obetonuje. Jestli jsme ale schopni dodržet

hloubku 700 mm, a zásyp přenáší malá zatížení, osadíme zde jen červenou výstražnou fólii, která nabývá obvykle rozměrů 220/330 mm a ukládá se nad pískové lóže do daného vrchního zásypu. Spodní okraj osazené přípojkové skříně by měl být 600 mm (neměla by být osazena výše než 1500 mm).

Jsou zde dvě provedení: smyčkování a T-spojka. Jejich hlavní rozdíl je v tom, kde se daná armatura osazuje a kde vzniká připojení na veřejný rozvod. T-spojka se usazuje na veřejný rozvod a následně je vedena do HDS, zatímco smyčkování se provádí v HDS, takže toto připojení již vzniká na daném pozemku budoucího vlastníka.



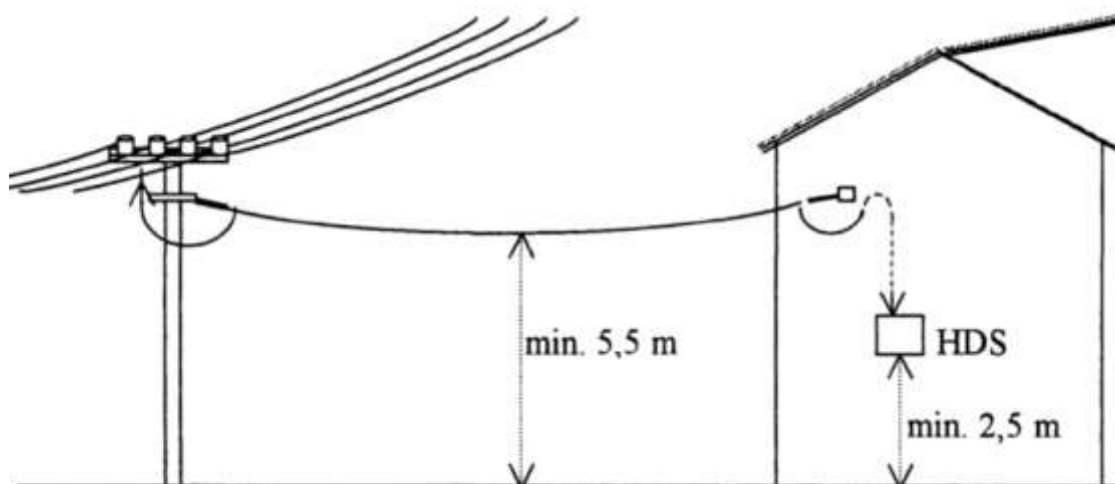
Obrázek 2-2: Řez HDS při Smyčkování



Obrázek 2-3: T-spojka

Přípojka z venkovního vedení

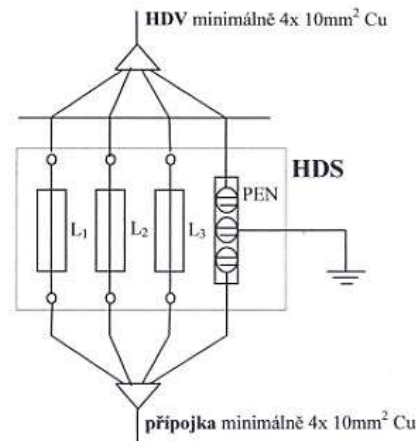
Provádí se z nejbližšího sloupku venkovního vedení. Připojovací vedení může být řešené různými typy seskupení kabelů (blíže specifikováno v kapitola 2.7 – Elektroinstalační materiál). Minimální dovolená výška připojovacího vedení nad zemí je 5,5m a minimální výška HDS, pro tento typ zapojení, by měla být 2,5 m. Při využití holých vodičů se využívají lana AlFe s průřezem minimálně 16 mm², nebo měděné vodiče, které se většinou volí 10 mm². Vodiče jsou upevněny na izolační konstrukci a po-té jsou svedeny pod omítkou více žilovým vodičem do HDS. Pokud však volíme závěsné kabely, tak po upevnění na objekt již vedeme kabel bez nosného lana přímo do HDS.



Obrázek 2-4: Schéma přípojky z venkovního vedení

2.2.2 Hlavní domovní skříň

Tato skříň zamezuje pohybu zkratových proudů od odběratele do distribuční sítě. Obsahuje jističe, které mohou být selektivní, nožové, či závitové. Tyto jističe jistí celé odběrné zařízení. Dále se zde nachází rozvodný pás pro PEN a zemnicí elektrody. Pojistky v HDS by měly být o jeden či dva stupně větší než hlavní jistič v elektroměrové rozvodnici pro zajištění selektivity.



Obrázek 2-5: Řez HDS

2.2.3 Hlavní domovní vedení

Toto vedení začíná od výstupu na svorkách a končí v elektroměrové rozvodnici. U tohoto vedení se snažíme volit tu nejkratší možnou trasu. Mělo by být umístěné tak, aby nebylo možné z něj odebírat nedovoleným odběrem. Trasa by měla být možno co nejpřímější a vedení by mělo probíhat bez přerušení. Při uložení se zde dbá na pokládku kvalitní chráničky, aby případná nutná výměna mohla proběhnout bez zbytečných stavebních komplikací.

Určení průřezu HDV můžeme volit dvěma způsoby:

- Tabulkovými hodnotami dle stupně elektrizace
- Výpočtem – výpočtové zatížení a výpočtový proud

Roztřídění bytů dle elektrizace

- A. stupeň – byty, v nichž se elektrina používá k osvětlení a pro domácí elektrické spotřebiče, připojované k rozvodu pohyblivým přívodem (na zásuvky), nebo pevně připojené, přičemž příkon žádného spotřebiče nepřesahuje 3,5 kVA
- B. stupeň - byty s elektrickým vybavením jako A + používají k vaření a pečení elektrické spotřebiče nad 3,5 kVA
- C. stupeň - jako A nebo B + používají pro vytápění nebo klimatizaci elektrické spotřebiče

Určení průřez HDV

Minimální průřezy HDV pro byty A a B stupně jsou uvedeny v normě ČSN 33 2130, ed. 3, viz tab. 2.2.

Počet a min. průřez HDV mm ²		Stupeň el. A	Stupeň el. B
Al	Cu	Počet bytů	
4 x 16	4 x 10	do 7	do 3
4 x 25	4 x 16	8 - 10	4 - 5
4 x 35	4 x 25	11 - 14	6 - 7
4 x 50	4 x 35	15 - 19	8 - 10
4 x 70	4 x 50	20 - 26	11 - 14
4 x 95	4 x 70	27 - 32	15 - 19
	4 x 95	33 - 46	20 - 27

Obrázek 2-6: Minimální průřezy HDV dle ČSN 33 2130 ed.3

Díky stupně elektrizace počtu bytů v zadané budově jsme schopni lehce odečíst z tabulky daný minimální průřez vodiče, který bychom následně použili pro HDV.

Dle výpočtového zatížení

$$P_b = \beta * \sum_{b=1}^n (P_{bi}) \quad [kW]$$

P_{bi} ... Soudobý příkon jednoho bytu připojeného na HDV [kW]

β ... Soudobost pro n-počet bytů [-]

n... počet bytu napájených z HDV [-]

Soudobost (β) se může určit z tabulek (v normě ČSN 33 2130, ed. 3, viz tab. 2.3) nebo ze vzorce:

$$\beta_n = \beta_{\infty} + (1 - \beta_{\infty}) * \left(\frac{1}{\sqrt{n}}\right) \quad [-]$$

β_n ... Soudobost pro n-počet bytů

β_{∞} ... Soudobost pro nekonečný počet bytů (většinou nabývá hodnot 0,15 – 0,2)

n... počet bytů napájených z HDV

Nebo využití již zmíněné tabulky:

Počet bytů ve skupině n	Soudobost β	Počet bytů ve skupině n	Soudobost β	Počet bytů ve skupině n	Soudobost β
2	0,77	13	0,42	24	0,36
3	0,77	14	0,41	25	0,36
4	0,60	15	0,41	26	0,36
5	0,56	16	0,40	27	0,35
6	0,53	17	0,39	28	0,35
7	0,50	18	0,39	30	0,35
8	0,48	19	0,38	40	0,33
9	0,47	20	0,38	50	0,31
10	0,45	21	0,37	60	0,30
11	0,44	22	0,37	80	0,30
12	0,43	23	0,37	100	0,28

Obrázek 2-7: určení soudobost pro n-počet bytů dle ČSN 33 2130 ed.3

Nyní musíme ještě zjistit *Výpočtový proud* a následně je nutná kontrola zjištěného průřezu na *úbytek napětí*. Průřez HDV musí být větší než zjištěná hodnota výpočtového proudu.

Výpočtový proud se zjistí ze vzorce:

$$I_p = \frac{P_v}{\sqrt{3} * U_s * \cos \varphi} \quad [A]$$

- $P_v...$ výpočtové zatížení [W]
 $U_s...$ jmenovité sdružené napětí dané soustavy [V]
 $\cos \varphi...$ průměrný účinník spotřebičů, které v době maxima jsou v chodu (u bytových odběrů se hodnota účinníku uvažuje, $\cos \varphi = 0,9$) [-]
 $\sqrt{3}...$ hodnota, která určuje výpočtový proud pro třífázovou soustavu

Úbytek napětí

Výpočet pro HDV vychází z normy ČSN 33 2130, ed. 3 (příloha A)

$$\Delta U_s = \frac{\sqrt{3} * (\sum_{i=1}^m I_i * l_i) * \cos \varphi}{\gamma * S}$$

- $\Delta U_s...$ úbytek napětí [V]
 $\cos \varphi...$ účinník
 $\gamma...$ konduktivita – měrná elektrická vodivost jádra vodiče [$S.m.mm^{-2}$]
 $S...$ průřez vodiče [mm^2]
 $\sum l_i * L_i...$ součet proudových momentů [A.m]

Omezení:

Úbytek napětí za přípojkovou skříní u bytových domů lze dělit na jednotlivé úseky rozvodu:

a) Úbytek napětí v rozvodu mezi přípojkovou skříní a rozvaděčem za měřicím zařízením (např. bytovou rozvodnicí) nemá přesáhnout:

- u světelného a smíšeného odběru 2 %
- u odběru jiného než světelného 3 %

b) Úbytek napětí od rozvaděče za měřicím zařízením ke spotřebičům nemá přesáhnout:

- u světelných vývodů 2 %
- u vývodů pro vařidla a topidla 3 %
- u ostatních vývodů 5 %.

2.2.4 Odbočky k elektroměrům

Vedení, které slouží k připojení elektroměrových rozvaděčů z hlavního domovního vedení. Využívají se jednofázové, či třífázové. Jednofázové odbočky mají omezení na 5,5 kW soudobého příkonu na připojené zařízení. Pokud mají jednotlivá zařízení větší příkon, než je dané omezení, musí být připojeny třífázově. Každá odbočka v bytovém domě musí být připojena zvlášť do svého vlastního elektroměru. Jediný dovolený případ je ten, když je vlastníkem elektroměrů jen jeden odběratel.

Stejně, jako je tomu u HDV, se u odboček řeší úbytek napětí. Tyto odbočky se dimenzují zvláště pro jednofázové a třífázové zásuvky dle normy ČSN 33 2130, ed. 3 (příloha A).

Jednofázová odbočka:

$$\Delta U_s = \frac{2 * l * P_b * 1000}{\gamma * S * U_f}$$

Třífázová odbočka:

$$\Delta U_s = \frac{2 * l * P_b * 1000}{\gamma * S * U_s}$$

$\Delta U_s...$	úbytek napětí [V]
$U_s...$	jmenovité napětí sdružené [V]
$U_f...$	jmenovité napětí fázové [V]
$S...$	průřez vodiče [mm ²]
$l...$	délka daného úseku vedení [m]
$\gamma...$	konduktivita – měrná elektrická vodivost jádra vodiče [S.m.mm ⁻²]
$P_b...$	soudobý příkon bytu [W]

2.2.5 Elektroměrový a bytový (podružný) rozvaděč

Elektroměrový rozvaděč

V tomto místě končí HDV. Elektroměrový rozvaděč (RE) se nachází na trvale přístupných místech. Většinou jeho lokace může být na podestách, mezipodestách, ve sklepních prostorech. Ve větších objektech mohou být elektroměrové rozvaděče umístěny v předem vytvořené místnosti pro svod NN napětí. Mohou být řešené jako volně stojící v krabicích, nebo také ve shluku více elektroměrů se osazují do skříní, které elektroměrové rozvaděče chrání před možným mechanickým poškozením. Musí být ale neuzamykatelné, aby byl vždy možný přístup k těmto armaturám. Elektroměrový rozvaděč je většinou vybaven hlavním jističem a elektroměrem. Ve větších budovách, kde je řešeno elektrické vytápění, nebo jsou zde osazeny akumulární spotřebiče, se může tento rozvaděč usadit jako dvousazbový elektroměr pro nízký či vysoký tarif s přijímačem hromadného dálkového ovládání (dále již jen HDO). HDO je

soubor technických prostředků, které umožňují vysílat signály za účelem spínání nebo rozpínání (zapínání nebo vypínání) spotřebičů, či pro přepínání tarifů.

HDO je napojeno na elektroměr a stykač pevně přes vedení a jeho signál je posílán přes všechny fáze do distribuční sítě. Výstup je tedy napojen na stykač, který spíná daný výkonný spotřebič.

Hlavní jistič v elektroměrovém rozvaděči by měl být schopen přenášet požadovaný soudobý příkon až do daného odběrného místa. Jmenovitý proud hlavního jističího zařízení by tedy měl být minimálně o jednu dimenzi vyšší než jmenovitý proud jističe v odběrném místě.

Bytový (podružný) rozvaděč

Tato rozvodnice je přímo napojena na RE. Většinou usazena bývá na chodbách bytů, nebo v technických místnostech, kde nedochází k velkým teplotním změnám. Vhodné umístění také zaleží na výšce zapuštění této rozvodnice. Volí se většinou místa, kde pravděpodobně nebudou docházet k možným mechanickým poškozením. Bytové rozvaděče (RB) se vyskytují ve spoustě provedení podle typu umístění, podle typu jejich ochrany, nebo podle potřebných modulů. U RB se většinou využívají větší modulové rozvodnice z důvodu vymezení prostoru pro rezervy. Rezervy nám zajišťují případné zjednodušení práce při modernizaci, kde je vynechané místo pro připojení nových vzniklých okruhu, či ochran. RB obsahují hlavní jističe, přepětíové ochrany, jističe daných okruhů, zvonkové transformátory, proudové chrániče, popřípadě stykače (i relé) nebo nově i obloukové ochrany. Vodiče jsou zde fázové a PEN (podle typu sítě mohou být rozděleny zvláště taktéž na PE a N). Jednofázové spotřebiče jsou napájeny třemi vodiči, zatímco do třífázových spotřebičů ústí rozvody s pěti vodiči.

2.3 Silnoproud

Pod tento pojem spadají v elektrotechnice stavebnictví veškerá zmíněná vedení z pod bodu 2.2 Hlavní části domovního rozvodu.

Dále se zde řadí zásuvkové a světelné obvody a taktéž hromosvod.

2.3.1 Světelné obvody

Norma ČSN 33 2130, ed. 3 udává, že na jeden světelný obvod se smí připojit tolik svítidel, aby součet jejich jmenovitých proudů nepřekročil jmenovitý proud jisticího přístroje obvodu. Jmenovitý proud svítidel se stanoví z maximálního příkonu všech svítidel dle rovnic:

Příkon světél

$$P_{celk} = \sum_{i=1}^n (P_i) \quad [W]$$

P_{celk} ... celkový příkon světél v daném obvodu [W]

P_i ... příkon daného světla v obvodu [W]

n ... počet světél v daném obvodu [-]

Jmenovitý proud světél

$$I = \frac{P_{celk}}{U} \quad [A]$$

I ... jmenovitý proud svítidel daného obvodu [A]

P_{celk} ... celkový příkon světél v daném obvodu [W]

U ... napětí v daném obvodu [V]

Obvykle se využívají na světelný obvod kabely s vodičem CYKY 3x1,5 mm² a jištěny jsou jisticím prvkem, který má maximální hodnotu 25 A. (běžně 6 A, nebo 10 A). Maximální počet svítidel na jednom obvodu je 10.

Od roku 2020 jsou zde uvedeny změny v normách, a to přesně v ČSN 332130 ed.3 a ČSN 332000-4-41 ed.3, které ustanovují, že světelné obvody musí být nově jištěny pomocí proudového chrániče, jehož proud vybavovací nemůže přesahovat 30 mA. Mohou být jištěny i kombinovaným chráničem (tento prvek funguje jako jistič a chránič zároveň).

2.3.2 Zásuvkové obvody

Jsou tou nejpodstatnější složkou veškeré elektroinstalace. Díky těmto obvodům jsou odběratelé schopni odebírat elektrický proud. Tyto obvody se provádí pro připojení všech spotřebičů pomocí vidlice do zásuvky. Požadavky na usazování, používání a umístění řeší norma ČSN 33 2180 + její dodatky. Místo osazení zásuvek viz. pod bod 2.5 Provádění elektrických instalací. Jednofázové zásuvky se nejčastěji řeší typem kabelu CYKY 3x2,5 mm². Jsou jištěny 16 A. Oproti tomu u třífázových zásuvek musíme zvýšit dimenzi kabelu na CYKY 5x2,5 mm² a jištěný by měl být jističem typu B na 16 A. (Tyto hodnoty nejsou stanoveny přesně v normě. Jedná se o běžné praktické zapojení. Kabelu a jejich průřezů je spousta a záleží na projektantovi, či elektrikáři, který kabel vybere, dle dimenze a vhodnosti materiálu do daného prostředí)

Jednofázové obvody

Na jeden zásuvkový obvod by se neměl připojovat spotřebič, který má větší výkon než 2 kW, obvody jsou většinou dimenzovány na celkový maximální příkon 2kW. Spotřebiče, které mají velký příkon, musí být samostatně jištěny. Na jednom zásuvkovém obvodu smí být napojeno maximálně 10 zásuvkových vývodu, přičemž dvojzásuvka, může být považována za jeden vývod.

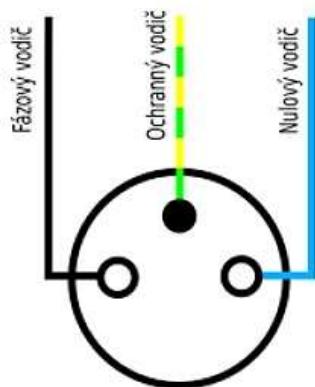
Správné zapojení zásuvky je realizováno tak, z pohledu zepředu, že fázový vodič (L) je napojen v levé dutině (u srdce). Do pravé dutiny se usadí střední nulový vodič (N) a na kolíku je připojen pracovní ochranný vodič (PE). Na jeden okruh smíme napojit celkový příkon 3,68 kVA při jištění 16 A. (pokud tento okruh jistíme 10 A, maximální příkon vychází z výpočtu na 2,3 kVA)

Třífázové obvody

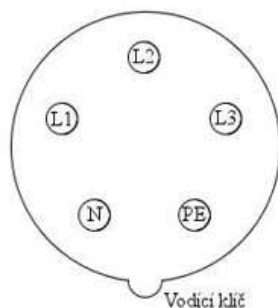
Instalují se, když předpokládáme na vývodu příkon daného spotřebiče větší než 3kW. Tyto zásuvky jsou samostatně jištěny. Na jednom okruhu je zpravidla jištěn samostatně jeden vývod. Můžeme ale využít i zapojení za sebou, kde můžeme napojit na tento jeden obvod maximálně tři vývody s podmínkou, že musí mít stejnou ampérovou hodnotu.

Jedná se většinou o spotřebiče s velkými výkony. (např. bojler, kotel, elektrické sporáky s indukčními deskami, elektrické trouby aj.) Pro zapojení těchto spotřebičů využíváme pětikolíkové zásuvky, neboť v dnešních instalacích využíváme hlavně síť TN-C-S, kde separujeme od sebe nulový a ochranný vodič. Můžeme se ale stále setkat se zásuvkami, které mají čtyřkolíkové řešení. Zde je vodič PEN. Pro zásuvky samostatně jištěné od 20-32 A, bychom měli vybavit taktéž proudový chránič s residuálním proudem 30 mA. Pro zásuvky nad 32 A, musíme osadit proudový chránič se 100 mA.

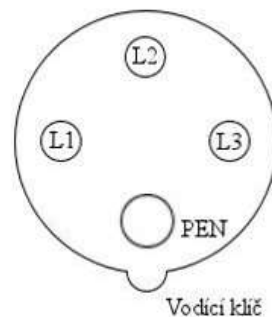
Zde je schématické zobrazení třífázové a jednofázové zásuvky.



Obrázek 2-8: Schéma jednofázové zásuvky



Obrázek 2-9: Schéma třífázové zásuvky



Norma doporučuje i minimální počet jednotlivých obvodů v bytech viz. tabulka. Tato doporučení nejsou závazná, protože se většinou jedná ohledně kompromisu mezi investorem a projektantem. Důležité je dbát na to, že čím více zásuvek bude moci být v daném objektu, tím lépe se budou moci řešit naskytnuté problémy ohledně oprav, či modernizace.

Obvod	Minimální počet obvodů v bytech velikostní kategorie ¹⁾ nebo užitné plochy				
	I. do 50 m ²	II. až IV. do 75 m ²	V. až VIII. do 100m ²	do 125 m ²	nad 125 m ²
světelný ²⁾	1 (0)	1	1 (2)	2	2
zásuvkový ³⁾	1	2 (1)	3 (2)	3 (2)	4 (3)
pro bytové jádro ⁴⁾	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)

¹⁾ V případě, že užitná plocha bytu dané kategorie přesahuje uvedenou plochu, je nutno zřizovat počet obvodů, již jako pro kategorii o stupeň vyšší.

²⁾ Světelný obvod je určen převážně pro pevné připojení svítidel, popř. pro připojení svítidel na zásuvky ovládané spínači. Na tento obvod lze také připojit zásuvky, a to v jedné místnosti nejvýše jednu zásuvku. V každé obytné místnosti (viz ČSN 73 4301) a v kuchyni, která není připojena na obvod pro bytové jádro, musí být alespoň jeden vývod připojen na světelný obvod.

³⁾ Zásuvkový obvod je určen převážně pro připojování spotřebičů do zásuvek. Na tento obvod lze také pevně připojit spotřebiče do celkového maximálního příkonu 2 kW (např. svítidla, ventilátory, infrazářiče, apod.).

⁴⁾ Na obvod pro bytové jádro se připojí osvětlení, zásuvky a pevně připojené spotřebiče v bytovém jádru (alternativně v koupelně a WC) a v kuchyňské sestavě, s výjimkou zásuvky pro pračku, elektrického sporáku, popřípadě dalších spotřebičů, které je nutno připojit na samostatný obvod.

Obrázek 2-10: Minimální počet obvodů v bytech dle kategorie nebo užitné plochy

2.4 Slaboproud

Dříve nazývané jako sdělovací technika. Slaboproudé rozvody se v dnešním světě používají ve všech typech budov. Jejich využití je čím dál větší a rozšíření jejich typů rapidně narůstá. Těmito rozvody se zabývá norma ČSN 34 23 00, která stanovuje předpisy pro vnitřní rozvody sdělovacích vedení.

Slaboproud lze v základní rovině rozdělit na dvě skupiny:

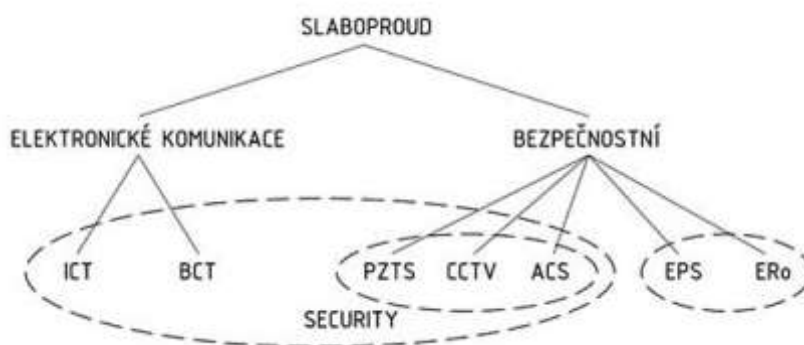
Elektronické komunikace

Zajišťují přenášení informací a zprostředkování komunikace. Dělí se na vysílací a komunikační technologie (BCT), kde spadají hlavně systémy pro přenos TV vysílání (např. STA, CATV) a na informační a komunikační technologie (ICT), kde se mohou řadit systémy pro přenos dat (např. internet – jedná se zde o celkové software systém, nejen o počítačovou techniku)

Bezpečnostní systémy

Tyto systémy vznikli z důvodu ochrany fyzických osob, zvířat, a majetku. Mohou napomáhat při požárním zásahu, nebo při zabezpečení objektu při vloupání. Taktéž jsou tyto systémy rozděleny na dvě části. První je PBZ (požární bezpečnostní zařízení), kde spadají elektrické požární signalizace (EPS), evakuační rozhlas, nebo zařízení pro detekci hořlavých plynů a par. Druhou část zastupují systémy označeny jako Security. Tyto systémy se specializují na bezpečnost všech druhů přes kamerové systémy (CCTV) až po poplachové zabezpečovací systémy (PZTS, dřívější modely byly EZS).

Schéma možného rozřazení:



Obrázek 2-11: Schéma dělení slaboproudých instalací dle funkce

Slaboproudé rozvody spadají ještě pod jedno zatřídění, a to na venkovní a vnitřní vedení.

Venkovní vedení

Může se vést kabelově, nebo přenosem přes vzduch (takzvaně příjem). Tyto rozvody provádí správce sítě. Venkovní rozvod se ukončuje v přípojném bodě, který se nachází uvnitř objektu. Velký rozdíl oproti silnoproudu je v tom, že se u slaboproudu spotřeba neměří.

Vnitřní vedení

Vnitřní vedení se dělí na:

- Základní: telefonní zařízení, televizní rozvod, zvonková signalizace, dorozumívací signalizace, požární signalizace
- Doplnkové: místní rozhlas, EZS, informační zařízení, průmyslová televize

Nejzákladnější slaboproudé rozvody, které každý odběratel žádá jsou hlavně datové, telefonní a televizní rozvody. Ostatní nezmíněné systémy se instalují buďto na zvláštní žádost vlastníka, nebo pokud nejsou v bytovém domě navrženy jiným pilířem (například EZS může být navrženo požárně technickým odborníkem, tím pádem se toto zařízení musí usadit na předem domluvené místo).

Telefonní zařízení

Využívají se hlavně kabely SEKYY 2x2x0,5; SYKY 2x2x0,5; SYKFY 2x2x0,5, JYTY 2x1
Kabely SYKY jsou typem konstrukce telekomunikačního kabelu. Kabely obsahují několik druhů izolace a stínění, které zamezuje rušení signálu mezi jednotlivými žilami kabelu, či z jeho okolí.

Televizní zařízení

Jsou zde tři typy STA, CATV a Satelit

STA – společná televizní anténa

Tato anténa se skládá z anténního systému (stožár + antény), hlavní stanice STA (která obsahuje napájecí zdroj, zesilovače, modulátory aj.), rozvodu signálu a účastnických zásuvek.

Moderní STA dokážou být plně kompatibilní s digitálním televizním vysíláním.

CATV

Rozvodná skříň se zesilovači a rozbočovači se většinou usazuje na chodbě domu a do bytu je signál rozváděn pomocí koaxiálními kabely. Poslední dobou se ale čím dál tím více využívají koaxiální kabely s optickým páteřním rozvodem pro rychlejší a kvalitnější přenos.

SATELIT

Přenos se praktikuje pomocí umělé družice umístěné na oběžné dráze. Signál je z družice poslán na venkovní satelitní anténě. Přijímač satelitní televize je umístěn jako součást televizoru nebo je volně stojící (tzv. Set – top – box). Výhodou je možnost pokrytí rozsáhlého území za pomoci jediné družice. Na druhou stranu tato metoda je velmi nákladná a náročná.

2.5 Provádění elektrotechnických instalací

Způsobů uložení kabelu je hned několik. Každý z nich má ale dopad na celkové chování vodiče. Dimenze daného kabelu může být také i řešená pomocí výpočtu přes jmenovitou zatížitelnost vedení.

$$I_r = \frac{I_z}{f_1 \cdot f_2} \quad [A]$$

I_r ... Jmenovitá zatížitelnost vedení [A]

I_z ... proudová zatížitelnost vedení [A]

f_1 ... korekční koeficient, který zahrnuje vliv teploty okolí [-]

f_2 ... korekční koeficient, který zahrnuje vliv umístění s jinými kabely [-]

Jmenovitá zatížitelnost v sobě obsahuje korekční součinitele, které jí automaticky navyšují. Tudíž dimenze kabelu vychází větší a musí se použít větší průřezy.

Pro přehlednost přiložená tabulka:

Tabulka 2: Mezní hodnota I_r proudové zatížitelnosti kabelů a vodičů pevně uložených v budovách způsoby A1, A2, B1, B2, C a E při okolní teplotě 30 °C												
druh uložení	A1		A2		B1		B2		C		E	
počet zatížených vodičů	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
průřezy vodičů v mm ² Cu	mezní hodnota zatížitelnosti jednoho vodiče pro vodiče a kabely s PVC izolací při provozní teplotě vodičů do 70 °C											
1,5	15,5	13,5	15,5	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	18,5	15,5
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	25	21
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	32	27
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	40	34
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	54	45
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	69	59
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	88	76
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	106	91

Tabulka je převzata z DIN VDE 0298, 4. díl

Obrázek 2-12: Průřezy kabelu při proudové zatížitelnosti s okolní teplotou 30°C

Skupiny uložení kabelu:

A1 – izolované vodiče uložené v izolační stěně

A2 – vícežilový kabel nebo vícežilový opláštěný kabel v izolační stěně

B1 – izolované vodiče uložené v instalačních lištách, nebo trubkách

B2 – vícežilový kabel (opláštěný, neopláštěný) uloženy v instalačních lištách, nebo trubkách

C – jedno nebo vícežilový kabel uložen přímo na zdi

E – vícežilové kabely, izolované vodiče uloženy od zdi na kabelových konzolách, nebo v otevřených, či větraných drážkách

2.5.1 Vedení instalací

Vedení v bytových instalacích je řešeno nejčastěji do předem stanovených instalačních zón, které udává norma ČSN 33 2130 ed.2. Tyto zóny zavádí umístění elektrického vedení, vyústění zásuvek, spínačů, nebo veškerých potřebných vývodů el. vedení.

Popis zón:

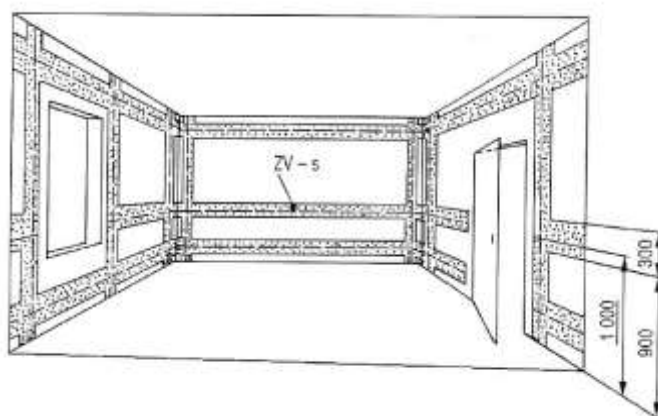
Vodorovné instalační zóny se provádí o šířce 300 mm.

- Zóna vodorovná – horní (ZV – h) je od 150 mm do 450 mm pod dokončeným stropem
- Zóna vodorovná – dolní (ZV – d) je od 150 mm do 450 mm nad dokončenou podlahou
- Zóna vodorovná – střední (ZV – s) je od 900 mm do 1 200 mm nad dokončenou podlahou

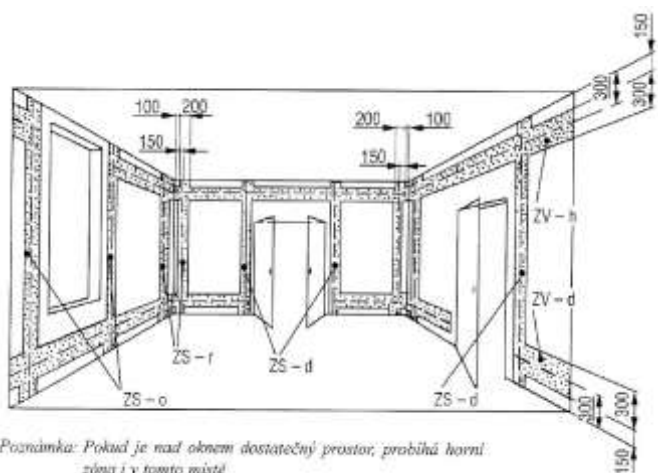
Svislé instalační zóny se provádí o šířce 200 mm. (jedná se o rozměry od hrubé stavby)

- Zóna svislá – dveřní (ZS – d) je od 100 mm do 300 mm vedle dveřního otvoru
- Zóna svislá – okenní (ZS – o) je od 100 mm do 300 mm vedle okenního otvoru
- Zóna svislá – rohová (ZS – r) je od 100 mm do 300 mm vedle rohu místnosti

Svislé instalační zóny vedou od horního povrchu podlahy ke spodnímu povrchu stropu.



Obrázek 2-13: Instalační zóna při využití pracovní desky



Poznámka: Pokud je nad oknem dostatečný prostor, probíhá horní zóna i v tomto místě

Obrázek 2-14: Instalační zóny dle ČSN 33 2000-7-701 ed.2.

Je zde nutno dodat, že elektroinstalační rozvody se řeší i v jiných oborech, a to například ve zděných konstrukcích. Norma ČSN EN 1996-2 *Navrhování zděných konstrukcí – Část 2: Volba materiálů, konstruování a provádění zdiva* udává maximální hloubky drážek ve zdících prvcích. Zavádí je zde proto, aby vzniklé drážky neovlivnili, nebo dokonce nezměnili statické působení v dané nosné stěně. Větší drážky by totiž mohli zapříčinit zmenšení efektivní zatěžovací plochy, která odolává navrženým silovým účinkům. Což by mohlo vést ke snížení únosnosti dané konstrukce a docházelo by k prasklinám, nebo i k větším problémům, vedoucím k následnému rozpadu nosné konstrukce.

Tloušťka stěny	Drážky a výklenky vytvořené po vyzdění		Drážky a výklenky vytvořené v průběhu vyzdívání	
	Největší hloubka	Největší šířka	Nejmenší tloušťka stěny po oslabení	Největší šířka
mm	mm	mm	mm	mm
85 až 115	30	100	70	300
116 až 175	30	125	90	300
176 až 225	30	150	140	300
226 až 300	30	175	175	300
> 300	30	200	215	300

POZNÁMKA 1 Přitom se za největší hloubku drážky nebo výklenku uvažuje hloubka otvorů předvrtaných při vytváření drážky nebo výklenku.

POZNÁMKA 2 Svislé drážky nedosahující výše než do třetiny výšky patra nad stropní desku mohou mít u stěn tloušťky > 225 mm hloubku do 80 mm a šířku do 120 mm.

POZNÁMKA 3 Vodorovná vzdálenost mezi sousedními drážkami nebo mezi drážkou a výklenkem nebo otvorem ve stěně nesmí být menší než 225 mm.

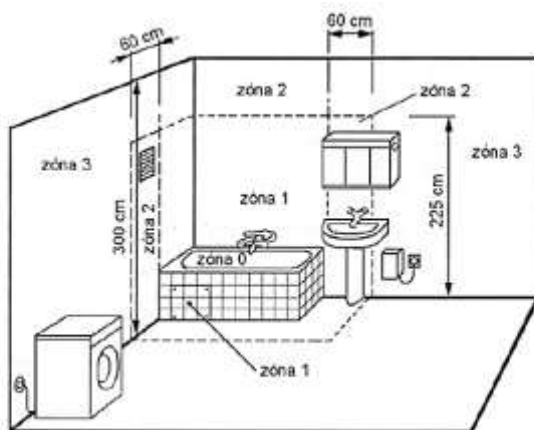
POZNÁMKA 4 Vodorovná vzdálenost mezi dvěma sousedními výklenky bez ohledu, zda leží na stejné nebo opačných stranách, a mezi drážkou a otvorem ve stěně nesmí být menší než dvojnásobek šířky širší drážky.

POZNÁMKA 5 Součet šířek svislých drážek s výklenků nesmí být větší než 0,13 násobek délky stěny.

Obrázek 2-15: Tabulka pro maximální hloubky drážek dle ČSN EN 1996-2

2.5.2 Instalace se zvýšeným výskytem vody

Tuto část řeší norma ČSN 33 2000-7-701 ed.2. Norma rozděluje instalace v koupelnových prostorách na Zóny 0,1,2,3 viz. obrázek.



Obrázek 2-16: Zóny v koupelnách

Zóna 0

Je to vnitřní prostor koupací nebo sprchové vany. V prostoru se sprchou bez vany je zóna vymezena podlahou a rovinou ve výšce 10 cm nad podlahou a její plocha má stejný vodorovný rozsah jako zóna 1.

V této oblasti mohou být instalována pouze zařízení, která mohou být účelně umístěna pouze v této zóně (je dáno výrobcem), a to za podmínky, jedná-li se o upevněné zařízení s pevným elektrickým připojením a které je chráněno použitím SELV nebo PELV s maximálním napětím AC 12 V nebo DC 30V. Tato zařízení musí mít alespoň stupeň ochrany krytem IPX7.

Zóna 1

Tato zóna se ohraničuje dvěma způsoby:

- a) Definitivním povrchem podlahy a vodorovnou rovinou odpovídající nejvýše upevněné sprchové hlavici nebo sprchovému výtoku. Pokud jsou níže, je zóna 1 výškově ohraničena vodorovnou rovinou ve výšce 225 cm nad definitivním povrchem podlahy.
- b) Svislou plochou
 - Plochami obalujícími koupací nebo sprchovou vanu
 - Ve vzdálenosti 120 cm od nesnímatelné hlavice sprchy upevněné na zdi nebo na stropě pro sprchy bez vany

Zóna 1 nesmí nahrazovat zónu 0. V této zóně mohou být instalována zařízení u nichž výrobce určí vhodnost zařízení pro použití v této zóně. Jedná se především o tato zařízení:

- vířivé vany
- ventilační zařízení
- sušiče ručníků
- ohřívače vody
- svítidla
- elektrická zařízení chráněná použitím SELV4 nebo PELV5 s maximálním napětím AC 12 V nebo DC 30 V.

Elektrická zařízení, která jsou umístěna v zóně 1 musí mít alespoň stupeň krytí IPX4. Výjimkou jsou zařízení umístěná nad nejvyšší úrovní nesnímatelné sprchové hlavice, zde může být použito IPX2. Pokud se jedná o prostory, kde je velký výskyt proudu vody pro čištění (myčky automobilů, masný průmysl aj.), musí v těchto prostorách být minimální krytí IPX5.

Zóna 2

Tato zóna se ohraničuje dvěma způsoby:

- Definitivním povrchem podlahy a vodorovnou rovinou odpovídající nejvýše upevněné sprchové hlavice nebo sprchového výtoku. Pokud jsou níže, je zóna 2 výškově ohraničena vodorovnou rovinou ve výšce 225 cm nad definitivním povrchem podlahy.
- Svislými plochami na vnější straně zóny 1 a rovnoběžnými svislými plochami vzdálenými 60 cm vně od zóny 1

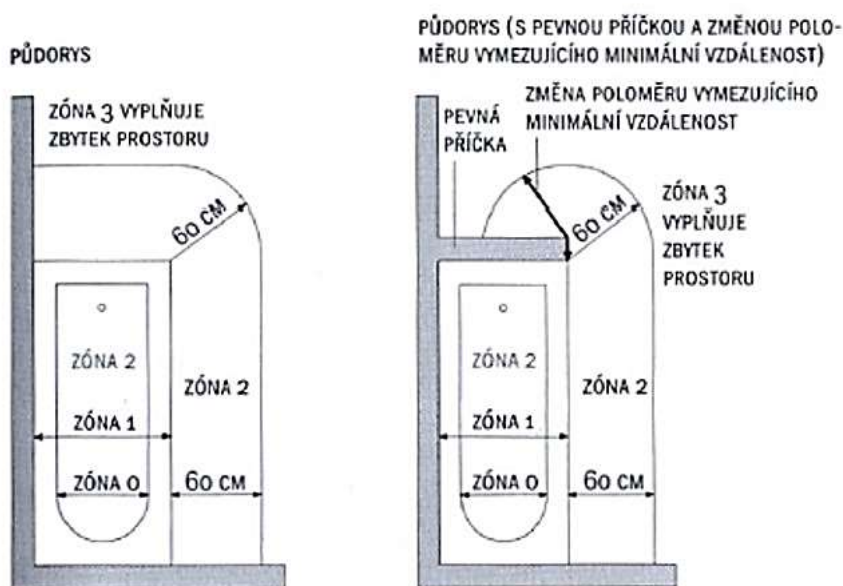
Sprchy bez sprchové vany zónu 2 nemají, avšak zóna 1 je ve vodorovném rozměru zvětšena na vzdálenost 120 cm. V této zóně se nesmějí instalovat žádné spínače, zásuvky ani příslušenství, kromě spínačů a zásuvek obvodů SELV, nebo PELV. Minimální stupeň ochrany je zde IPX4. Výjimkou jsou zařízení umístěná nad nejvyšší úrovní nesnímatelné sprchové hlavice, kde může být použito IPX2. Jedná-li se o prostory s výskytem proudu vody pro čištění (např. myčky automobilů, masný průmysl aj.), musí být použito minimálně krytí IPX5.

Zóna 3

Do této zóny spadají veškeré zbylé oblasti.

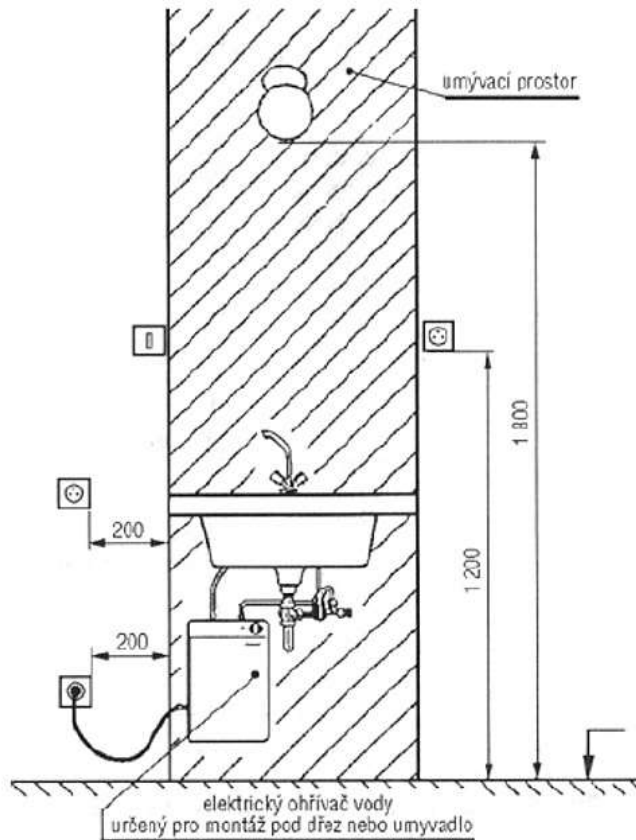
V této zóně lze elektrické zařízení instalovat pouze tehdy, jsou-li chráněny oddělovacím transformátorem, pomocí SELV, PELV, nebo samočinným odpojením od zdroje s použitím proudového chrániče se jmenovitým vybavovacím rozdílovým proudem maximálně 30 mA. Elektrická zařízení v něm instalovaná ochrana krytem minimálně IPX5

Norma taktéž zahrnuje i případ vestavěných příček, které mohou jistým způsobem částečně eliminovat zónu 2. (viz. obrázek)



Obrázek 2-17: Půdorysné zobrazení zón v koupelnách

Umývací prostory



Obrázek 2-18: Řez a zobrazení umývacího prostoru

Kolem umyvadel, dřezů, nebo jiných vodovodních armatur určených pro hygienu je normou vytvořen umývací prostor. V tomto prostoru se nesmějí usazovat zásuvky, či spínače. Pokud jejich výška dosahuje minimálně 1 200 mm smějí být tyto komponenty usazeny na hranici s umývacím prostorem. Jestliže se ale nacházejí níže, jejich vzdálenost musí být minimálně 200 mm od hrany umývacího prostoru. Svítidlo by se mělo umísťovat minimálně ve výšce 1800 mm. Je-li svítidlo součástí zařízení výrobcem určeného do umývacího prostoru a je současně umístěno v prostoru s vanou nebo sprchou, je nutno toto zařízení připojit na obvod chráněný proudovým chráničem s vybavovacím proudem minimálně 30 mA.

V praxi technická inspekce ČR (TICR) toleruje i zásuvky v umývacím prostoru. Tyto zásuvky musí být umístěny ve skříňkách pod umyvadlem a rozhraní mezi umyvadlem a skříňkou musí pečlivě zasilikováno.

2.6 Ochrana před elektrickým proudem

Elektrický proud má jednu velkou nevýhodu. Tou nevýhodou je skutečnost, že nejde vidět. Na rozdíl od plynovodních instalací (kde můžeme únik plynu aspoň zavnímat čichem), nebo třeba i u požární bezpečnosti (kde jde jasně vidět kouř, či světelné projevy), nejsme schopni elektrický výboj detekovat dostatečně dopředu. Zásah elektrickým proudem může být smrtelně nebezpečný.

Tímto tématem se zabývají normy:

ČSN EN 61140 ed. 2 - *Ochrana před úrazem elektrickým proudem*

ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 - *Elektrotechnické předpisy - Elektrická zařízení - Část 4: Bezpečnost - Kapitola 41: Ochrana před úrazem elektrickým proudem*

Taktéž je důležité zmínit vnější ochranu objektu a tou je **Hromosvod**.

Hromosvody se zabývají normy:

ČSN EN 62 305-1 – *Obecné principy*

ČSN EN 62 305-2 – *Řízení rizika*

ČSN EN 62 305-3 – *Hmotné škody na stavbách a nebezpečí života*

ČSN EN 62 305-4 – *Elektrické a elektronické systémy ve stavbách*

Kvůli vyčerpání náplně se v této bakalářské práci toto téma neprobírá, je však ale důležité zmínit jeho funkci v celkové ochraně objektu.

2.6.1 Základní ochrana

Norma rozděluje ochranu dle tabulky zahrnující stupně ochrany a druh ochrany, kterým můžeme daného stupně dosáhnout.

Taktéž stanovuje maximální doby odpojení pro daný typ sítě.

Sít'	50 V < U ₀ ≤ 120 V		120 V < U ₀ ≤ 230 V		230 V < U ₀ ≤ 400 V		U ₀ > 400 V	
	s		s		s		s	
	AC	DC	AC	DC	AC	DC	AC	DC
TN	0,8	^a	0,4	1	0,2	0,4	0,1	0,1
TT	0,3	^a	0,2	0,4	0,07	0,2	0,04	0,1

Pokud je v síti TT dosaženo odpojení pomocí nadproudového ochranného přístroje a ochranné pospojování je spojeno se všemi cizími vodivými částmi v rámci instalace, je možno uplatnit maximální dobu odpojení předepsanou pro síť TN.

U₀ je jmenovité střídavé nebo stejnosměrné napětí vodiče vedení vůči zemi.

POZNÁMKA Pokud je odpojení zajišťováno pomocí proudového chrániče (RCD), viz poznámku k 411.4.4, poznámku 4 k 411.5.3 a poznámku k 411.6.4 b).

^a Odpojení může být vyžadováno z jiných důvodů, než je ochrana před úrazem elektrickým proudem.

Obrázek 2-19: Tabulka pro maximální doby odpojení dle typu sítě

2.6.1.1 Zábrany a Ochrana polohou

Zábrany

Zajišťují ochranu před nahodilým dotykem živých částí, ne však proti úmyslnému dotyku záměrným obejítím zábrany. Zábrany musí bránit neúmyslnému přiblížení těla k živým částem a nahodilému dotyku během činnosti na zařízení pod napětím v běžném provozu.







Ochrana polohou










je určena pouze k ochraně před nahodilým dotykem živých částí. Zařízení je chráněno polohou, jestliže je umístěno mimo dosah osob ze stanoviště, na kterém se mohou zdržovat.

2.6.1.2 Stupeň krytí

Tímto se značí konstrukční opatření, které je součástí daného předmětu. Stupeň krytí se označuje IP kódem. IPXX – první číslo udává ochranu před vniknutím předmětu a druhé číslo udává ochranu před vniknutím vody.

Typy krytí a použití s vysvětlivkami viz. použité tabulky

Krytí	Testy	Ochrana před cizími předměty (ochrana před nebezpečným dotykem)
IP0x		žádná ochrana
IP1x		ochrana před vniknutím předmětů o průměru nad 50 mm (před hřbetem ruky nad 50 mm)
IP2x		ochrana před vniknutím předmětů o průměru nad 12 mm (před prstem nad 12 mm a délkou 80 mm)
IP3x		ochrana před vniknutím předmětů o průměru nad 2,5 mm (před nástrojem nad 2,5 mm)
IP4x		ochrana před vniknutím předmětů s průměrem nad 1 mm (před nástrojem, drátem nad 1 mm)
IP5x		částečná ochrana proti vniknutí prachu (před jakoukoliv pomůckou)
IP6x		úplně prachotěsné (před jakoukoliv pomůckou)

Krytí	Testy	Ochrana před vniknutím vody
IPx0		žádná ochrana
IPx1		odolné vůči svisle dopadajícím kapkám vody
IPx2		odolné vůči svisle dopadajícím kapkám vody při naklonění 15°
IPx3		odolné vůči svisle stříkající vodě při naklonění až 60° v množství 10 l/min. po dobu 5 minut (tzn. ochrana proti pokropení vodou, resp. deští)
IPx4		odolné vůči stříkající vodě ze všech směrů v množství 10 l/min. po dobu 5 minut
IPx5		odolné vůči tryskající vodě ze všech směrů z trysky 6,3 mm při průtoku 12,5 l/min. po dobu 3 minut ze vzdálenosti 3 m
IPx6		odolné vůči intenzivně tryskající vodě/vlnobiti ze všech směrů z trysky 12,5 mm při průtoku 100 l/min. po dobu 3 minut ze vzdálenosti 3 m
IPx7		odolné proti dočasnému ponoření pod vodu s maximální hloubkou do 1 m po dobu maximálně 30 minut
IPx8		vhodné pro trvalé ponoření pod vodu za podmínek, které určí výrobce
IPx9K		vhodné pro trvalé ponoření (odolnost zvýšenému tlaku/teplotě) – čištění párou

Obrázek 2-20: Stupně krytí

2.7 Elektroinstalační materiály

2.7.1 Vodiče

Vodiče se provádí ve stylu izolovaných nebo holých. Skládají se z hlavního vodičího prvku a pláště (izolace). Mohou mít kruhový, nebo sektorový průřez, a navíc mají ještě tři základní typy dělení podle konstrukce jádra. Mohou být tedy s plným, děleným jádrem nebo s jemnými drátky. Holé vodiče se používají nejčastěji na venkovní vedení (vedení přes sloupky)

2.7.2 Kabely

Jsou to shluky izolovaných vodičů, které mají společný plášť. Často se navíc chrání dalším dodatečným pláštěm a výztuž proti mechanickým a chemickým vlivům.

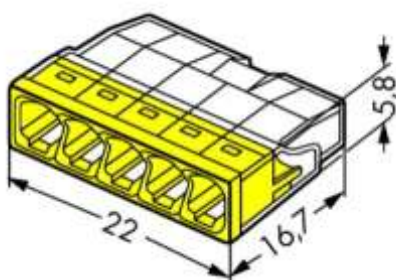
U vodičů celkově je důležitá snaha k zabránění odporu vedení. Kabely, které mají sektorové řešení využívají spousty malých drátů oddělených do tzv. sektorů. Odpor takového vodiče je diametrálně odlišný odporů normálního plno jádrového kabelu. Proto se za nejúčinnější z nich považují právě sektorové kabely.

2.7.3 Krabice

Používají se k uložení prvků pro propojení vodičů a kabelů nebo k instalaci zásuvek, spínačů a ovladačů. Krabice mohou být přístrojové, odbočné, protahovací. Elektroinstalační krabice se ukládají na i pod omítku. Mohou se zabudovat i při potřebě do sádkartonu v instalačních předstěnách. Vyrábí se v různých rozměrech dle volby využití.

2.7.4 Svorky a svorkovnice

Tyto komponenty se používají na pospojování vodičů. Jejich typy jsou spojovací, řadové, připojovací, nebo přístrojové. V dnešní době se pomalu v instalačních zónách v bytu přechází na tzv. WAGO svorky. Tyto svorky jsou rychlejší na proces instalace, protože nemají v sobě šroubky, ale jen malé záklapky, kterými se daný vývod připevní do dutiny WAGO svorky.



Obrázek 2-21: Schéma WAGO svorky

2.7.5 Jističí prvky

2.7.5.1 POJISTKA

Je to přístroj, který při průchodu nadměrného proudu rozpojí obvod. Při rozpoji obvodu dochází k destrukci tavného vodiče. To znamená, že pojistka je vždy jednorázový komponent. Pojistka tvoří nejslabší místo elektrického obvodu.

V sortimentu můžeme najít pojistky závitové, válcové, nožové a přístrojové.

Závitové pojistky se využívají hlavně v bytových instalacích, kde mohou nahrazovat jističe. Válcové pojistky nachází využití v průmyslových a elektrických strojích. Tyto pojistky jsou celkem malé, takže nezabírají moc místa v rozvaděčích. Nožové pojistky mají jedinou nevýhodu, oproti ostatním pojistkám, že se musí vyměňovat speciálním přípravkem zvaný žehlička, který danou pojistku dokáže vycvaknout z jejího usazení.

Přístrojové pojistky jsou logicky využívány v elektrických přístrojích.



Schématiký řez pojistky:

Obrázek 2-22: Schématický řez pojistkou

2.7.5.2 JISTIČ

Je to mechanický spínací přístroj, jímž je možno zapínat a vypínat proudy ve vedení. Vyrábí se jako jedno nebo třípólové, dle potřeby jištění. Jeho hlavní úkol je ve vybavování (vypínání) při velkých nadproudů. Prvek, který je určen k vypínání přetížení je bimetalový pásek. U tohoto typu dochází k odpojení při zahřátí a prohnutí tohoto pásku. K vypnutí dochází až po určité době zahřívání. Naopak je tomu u zkratového proudu. Na tento proud je zde usazená elektromagnetická spoušť, která při detekci ihned vybavuje jistič.

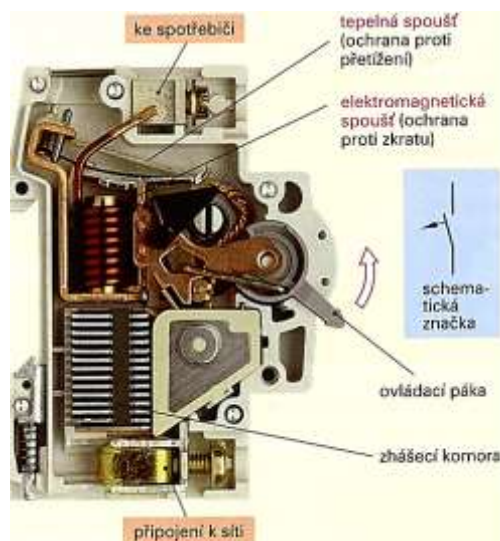
Oproti pojistce je jistič opakovatelně používán, tudíž nedochází k jeho destrukci.

Jističe se dělí podle charakteristiky jištění elektrických obvodů:

B) se zařízeními, které nezpůsobují téměř žádné proudové rázy (3,5-5 násobek jmenovitého proudu prvku – je to hlavně pro jištění vedení)

C) se zařízeními, které způsobují proudové rázy (5-10 násobek jmenovitého proudu prvku – využívají se u motorů, žárovkových skupin)

D) se zařízeními, které způsobují vysoké proudové rázy (10-20 násobek jmenovitého proudu prvku – transformátory, dvou pólové motory aj.)

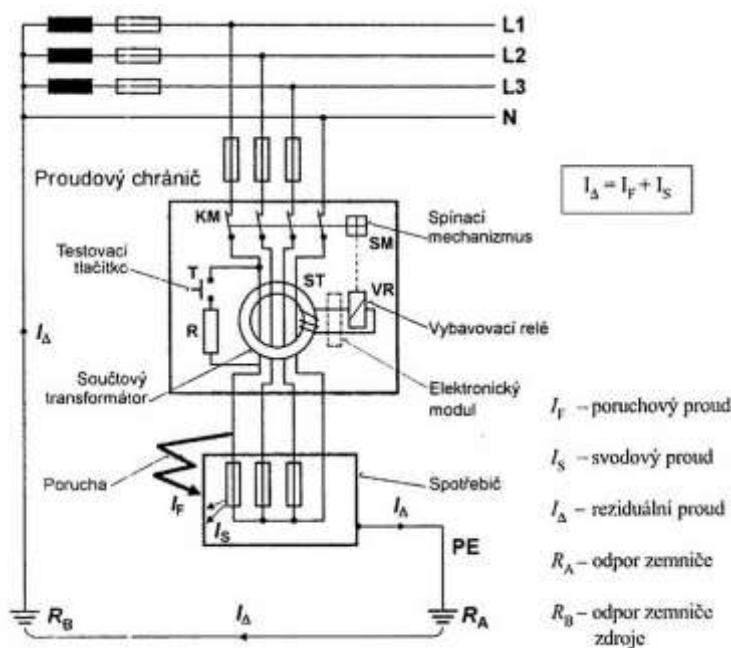


Schématický řez jističe:

Obrázek 2-23: Schématický řez jističem

2.7.5.3 PROUDOVÝ CHRÁNIČ

Je to elektrický přístroj, který se využívá k ochraně před dotykovým napětím na neživé i živé části elektrických zařízení. Používá se hlavně pro ochranu zásuvkových vývodů v koupelnách a venkovních prostředí. Využívá funkce součtového transformátoru, kterým prochází pracovní vodiče. Porovnává velikosti proudů v pracovních vodičích. Hlídá, jestli nedochází k únikům proudu mimo tyto vodiče. Pokud vše funguje správně, tak vektorový součet všech proudů je roven nule. Pokud ale dochází k poruše, tak se naindukováním napětí na sekundárním vinutí transformátoru a následné vybavení (sepnutí) rozpínacího relé.



Obrázek 2-24: Schéma zapojení proudového chrániče

2.7.5.4 Přepětová ochrana

Slouží k ochraně spotřebičů, vedení a živých bytostí před účinky přepětí. Jejich princip spočívá v tom, že při nárustu přepětí, spojí pracovní vodiče (L, N) s ochranným vodičem. Tímto se zajistí svedení proudu ochranným vodičem do země a tím se vyrovnají potenciály. Dá se říct, že přepětová ochrana se na krátký čas zkratuje.

Většina přepětových ochran fungují jako jednorázová opatření.

Druhy přepětových ochran:

- Polovodičové – používají se ve verzích Varistor a Transil. Varistor je polovodičový rezistor, jehož odpor je závislý na velikosti napětí, s nárůstem napětí, jeho odpor klesá. Transil je rovněž polovodičová součástka, svým chováním podobající se dvěma proti sobě zapojeným Zenerovo diodám.
- Jiskřiště, bleskojistky – zapálením výboje v jiskřišti dojde ke svedení proudu do ochranného vodiče a následnému vyrovnání potencionálu.
- Kombinace výše zmíněných – přepětová jednotka je tvořena monitorovací jednotkou (varistorem) a samotné přepětí je svedeno dvojitým jiskřištěm.

2.7.5.5 Oblouková ochrana

Se pojmenovává jako přístroj používaný ke snížení efektu poruchového elektrického oblouku odpojením obvodu, pokud je detekován poruchový oblouk. Poruchový oblouk je nebezpečný neúmyslný oblouk mezi vodiči. Takový jev ve vodiči může zapříčinit vznícení izolace a následný požár objektu. Tato ochrana patří mezi novinky na trhu.

Případy využití Obloukové ochrany:

- Sériové poruchové oblouky (L) – vznikají přerušením vodiče nebo ztrátou kontaktu v sériovém zapojení. Obloukové ochrany zvládnou detekovat a přerušit obvod ještě předtím, než energie v místě poruchy vyvolá požár
- Paralelní poruchové oblouky (L-N) - Jsou zapříčiněny elektrickým obloukem, který byl způsoben zničenou izolací, která umožnila spojení dvou vodičů. Velikost proudu je určena impedancí obvodu. Pokud je impedance obvodu příliš vysoká a není dosaženo vypínacího proudu ochrany, k vypnutí nemusí dojít. Obloukové ochrany vypnou proud poruchového oblouku, který je větší než 2,5 A.
- Paralelní poruchové oblouky (L-PE) - Poruchové oblouky proti zemi (PE) jsou spolehlivě detekovány a vypnuty proudovými chrániči. Obloukové ochrany rovněž detekují tyto druhy poruchových oblouků a poskytují tak ochranu v místech, kde proudové chrániče nejsou instalovány.

2.8 Chytré domácnosti

Známé taky jako inteligentní budovy, chytré budovy apod., nebo převzaté z angličtiny jako „Smart home“. Zahraniční studie popisují chytrou domácnost jako integraci technologií a služeb přes domácí síť pro zlepšení kvality života a jeho komfortu. Používá různé typy monitoringu, řídicích jednotek, dálkového ovládání za účelem vytvoření harmonické interakce pro dennodenní práce. Snaží se zjednodušit přístup ovládání a celkovou kontrolu uživatelem. Chytré domácnosti vysoce pozvedají hodnotu objektu, díky jejich potenciálu ke zlepšení energetické úspornosti, bezpečnostního systému, nebo ke zjednodušení základních pracovních úkonů, kterými jsme schopni ušetřit hlavně náš čas.

Dle druhu a typu komunikace jsme schopni rozdělit chytré domácnosti na:

- Systémy s inteligentním řízením – objekt obsahuje inteligentní řízení a systémy pracující nezávisle na ostatních. Tyto prvky nejsou schopné pokročilé operace, ale jsou vytvořeny čistě pro svojí danou činnost.
- Systémy s komunikujícími zařízeními – objekt v sobě obsahuje rozsáhlý centralizovaný systém, který umožňuje komunikaci komponentů mezi sebou. Tyto komponenty mohou reagovat společně při vzniklém inputu.
- Systémy se vzdáleným přístupem – objekt je propojen s vnější komunikační sítí. Tímto je umožněno vzdálené ovládání a kontrola aktivit v objektu.

2.8.1 Technologie připojení chytrých domácností

Technologie Smart Home sítí může být zatříděna do dvou hlavních skupin. Těmi jsou elektroinstalační kabelové systémy a bezdrátové připojovací systémy.

Kabelové připojení – v tomto odvětví je spousta nových řešení využití různých typů slaboproudých kabelů. Nejčastěji se ale setkáváme s tzv. s kroucenými páry, nebo optickými kabely.

Bezdrátové připojení – nejčastěji použitými elementy jsou radiové frekvence (RF), Bluetooth, nebo Wi-Fi. Je důležité si uvědomit, na co danou jednotku připojujeme a jaký je význam jejího zapojení. Proto vždy nemusí být dáno, že hlavní připojení musí být vždy přes Wi-Fi.

Tyto dva systémy můžeme taktéž kombinovat. Nejznámější systém je Z-Wave, který umožňuje komunikaci mezi koncovými komponenty pomocí bezdrátového připojení, zatímco řídicí jednotka je napojena na hlavní rozvodný kabel. Tento systém je schopen lehce ovládat termostaty, čidla, zámky, elektrické zásuvky, ovladače aj.

Zabezpečení:

Při této funkci je systém schopen detekovat veškerý nechtěný pohyb na pozemku. Tyto systémy reagují na otevírání dveří, přičemž na vaše ovládací zařízení přijde upozornění, nebo se ozve zvuková signalizace. Na tyto systémy mohou být napojeny požární hlásiče, poplachové zóny, bezpečnostní signalizační systémy a mnohé další.

Těchto funkcí je mnoho víc (např. ovládání multimédií, ovládání teplot v bazénu, v saunách, kontrolu energií, závlahové systémy aj) a každý výrobce deklaruje jiné systémy, které přináší zákazníkovi jiné možnosti.

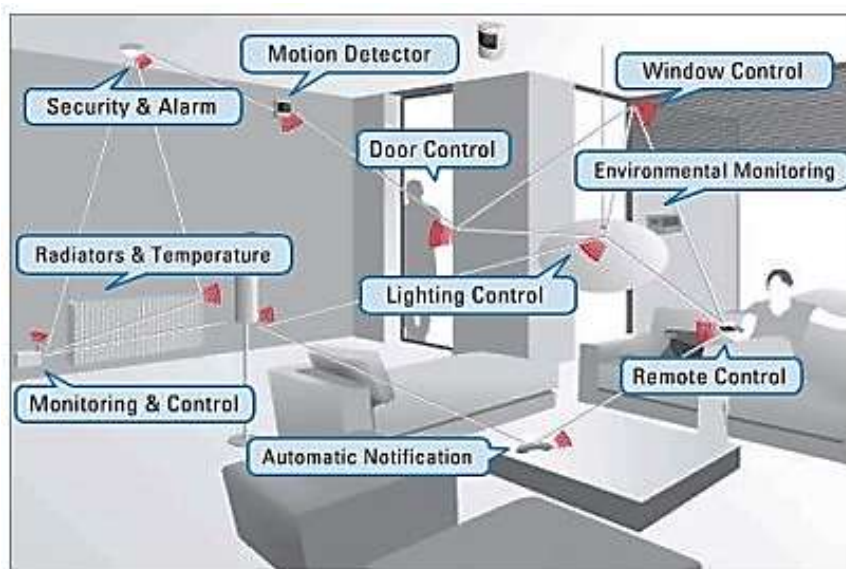
2.8.2.2 POPIS

Základní princip Smart Home fungování.

Všechny spotřebiče a zařízení jsou tzv. přijímače, které jsou ovládány buďto klávesnicí, vysílacím, nebo kterýmkoliv jiným dálkovým ovládáním (smartphone, tablet, řídicí ovládací panel apod.). Pokud chceme jeden z přijímačů aktivovat, tak daný vysílač vyšle příkaz v numerickém kódu, který obsahuje:

- Upozornění systému, že je vydáván příkaz
- Identifikační číslo jednotky, která daný příkaz má přijímat
- Kód, který obsahuje skutečný příkaz (zapnout, či vypnout)

Veškerá tato interakce proběhne v méně než sekundě.



Obrázek 2-26: Funkce řízené přes ovládací panel

2.8.3 Systém KNX

Z důvodu rozsahu bakalářské práce, bude zde uveden a popsán jen tento jeden typ systému. Jak již ale bylo zmíněno, typů zapojení je na trhu spousta. Mezi takové hlavní systémy patří systém KNX, INELS, Loxone PLC systém a mnoho dalších.

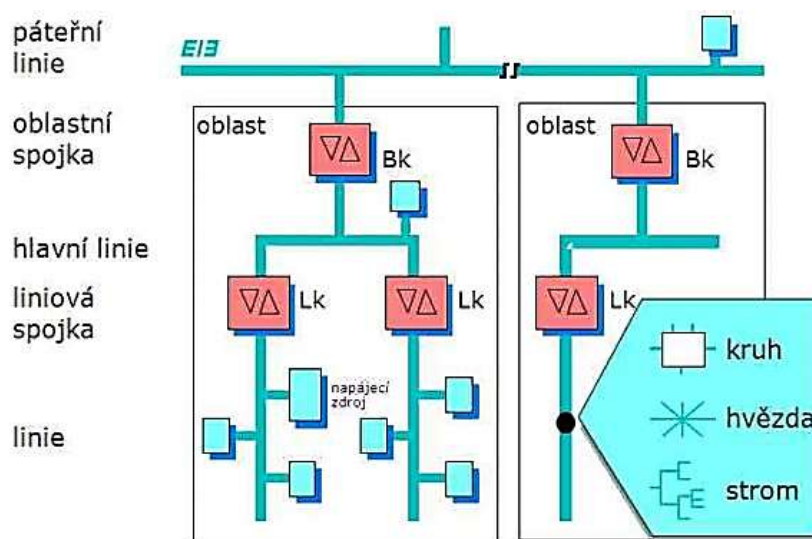
Základní princip

Systém KNX je decentralizovaný sběrniceový systém, který se skládá z různých prvků připojených do sběrnice. Každý z nich má svoji adresu, která slouží k jeho identifikaci. Veškerá komunikace mezi prvky probíhá přes sběrnici, po které jsou vysílány tzv. telegramy. Telegramy obsahují instrukce, jak se má jaký prvek zachovat. Prvky se dělí na senzory a aktory, které se dají lehce naprogramovat podle požadavku investora.

- *Senzor*: Poskytuje vstupní informace do systému. Většinou tyto prvky jsou čidla pohybové, teplotní, termoregulátory aj.
- *Aktor*: Prvek, který vykonává povel. Mezi aktory spadají prvky pro řídicí jednotky motorů protislunečních ochran, ventilačních oken (chytré žaluzie a okna). Mohou se jimi ovládat servopohony, stmívací a spínací aktory aj.

Struktura KNX sběrnice

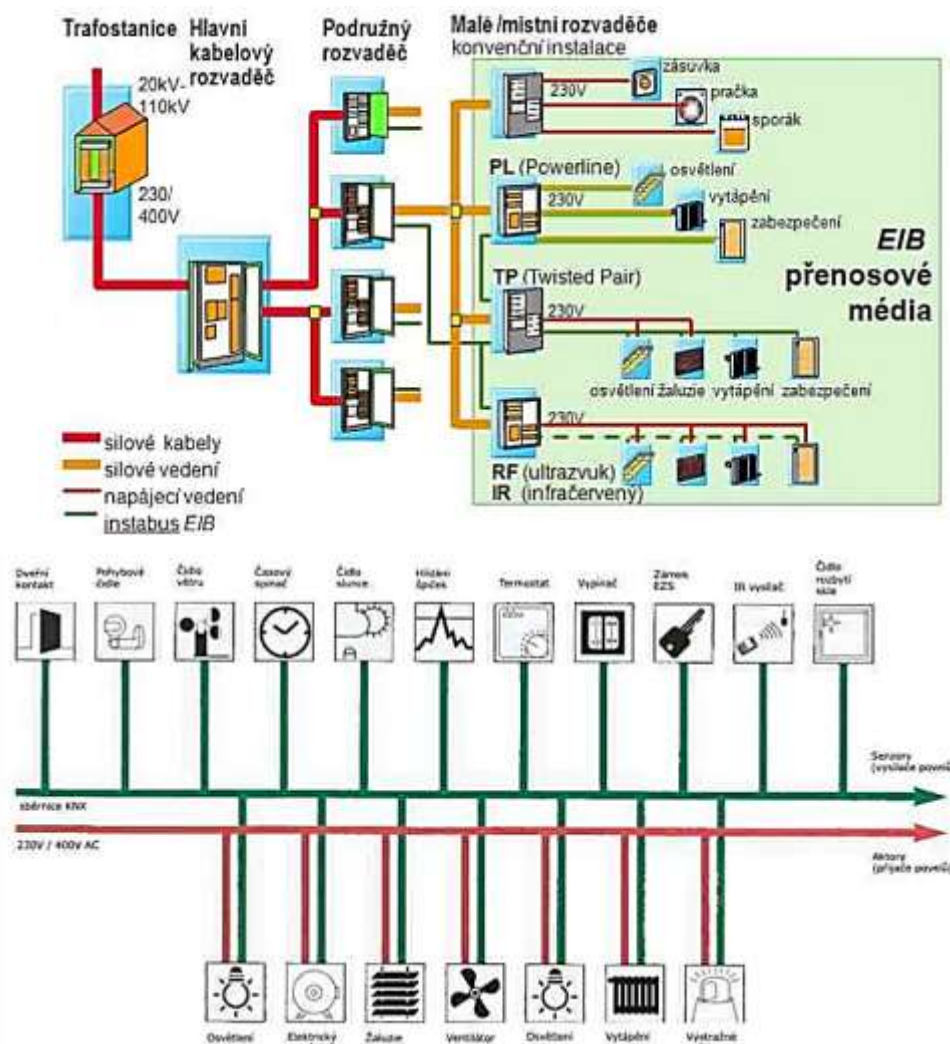
Síť se skládá ze tří úrovní. Nejhlavnější je centrální (páteřní) linie s 15-ti hlavními liniemi (střední úroveň) na které můžeme připojit dalších 15 linií (spodní úroveň). Struktura podsítě umožňuje napojení 256 zařízení na jednu linku. Tyto linky se dají zahrnovat do oddělených částí, které se nazývají zóny. Tato tříúrovňová struktura sítě vyžaduje připojení oddělovače zón a oddělovače linií, aby fungovala.



Obrázek 2-27: Struktura zapojení KNX systému

Přenosová média

- Kroucené páry – komunikační rychlost 9,6 kbit/s
- Napájecí vedení metalické – komunikační rychlost 1,2 kbit/s
- Radiový přenos – přenos je bezdrátový, umožňuje komunikaci na frekvenci 868 MHz
- Infračervený přenos – bezdrátový
- Mimo tato připojení můžeme hlavně v dnešní době využít média, která jsou založena na IP komunikaci, mezi ně patří Ethernet, Bluetooth, Wi-Fi, LAN aj.



Obrázek 2-28: Typy napojení KXN systému na rozvaděč

- Typy kabelu pro sběrnice se využívají např. YCYM 2x2x0,8, nebo J-YY 2x2x0,8 (tyto kabely jsou uvedeny jako možný příklad využití)

Výhody KXN

- Zkrácení a zjednodušení kabeláže
- snadné rozšíření
- možnost komunikace mezi všemi přístroji osazenými na sběrnici
- systém je otevřený, umožňuje při zapojení bran komunikovat s dalšími novými systémy

3 Výpočtová část

3.1 Analýza objektu

Zadaným objektem je bytový dům o třech nadzemních podlaží s částečným podsklepením (jedno podzemní podlaží s poloviční podlahovou plochou přilehlého nadzemního podlaží). Nadzemní podlaží obsahují 2 bytové jednotky a v podzemním podlaží se nachází sklepní kóje pro každou bytovou jednotku. V objektu je tedy celkově 6 bytových prostorů.

Přípojka bude řešena T-spojkou z distribuční sítě a bude svedena do hlavní domovní skříně, která je umístěna na kraji pozemku. Z ní bude vedeno hlavní domovní vedení kabelem CYKY 4 x 35. Tento kabel bude umístěn v chrániče v pískovém lóži. Elektroměrové rozvaděče se usadí v podzemním podlaží do elektroměrové skříně. Elektroměrové rozvaděče budou řazeny sestupně za sebou v dané skříně. Po tuto dobu bude rozvodná soustava TN-C. Přechod soustav bude řešen za každým samostatným elektroměrovým rozvaděčem zvlášť na soustavu TN-C-S. Tím pádem z elektroměrových rozvaděčů povedou v chrániče do každého bytu zvlášť kabel CYKY-J 4x10 + CYA16ŽŽ. Pro vnitřní instalace v bytech budou použity kabely CYKY-J s příslušnými dimenzemi. (3x1,5 ; 5x2,5 ; 3x2,5; 5x4)

3.2 Výpočet elektrického příkonu

V bytovém domě se nachází 6 bytů stupně elektrizace C. Je zde řešené podlahové vytápění, které je poháněno elektrickým kotlem. Dle normy ČSN 33 2130 ed.3 nemůžeme uvažovat tabulkové hodnoty P_b a musíme stanovit přesný příkon bytů. Tento příkon stanovený na průměrné návrhové hodnoty spotřebičů vychází na 18 kW. Pro společné prostory je uvažován potřebný příkon pro osvětlení, zásuvkové obvody a přímotopné vytápění podest na 11kW. Celkový potřebný výkon se určí z výpočtového zatížení P_b . Soudobost pro daný počet a bytů a sklepní prostory vychází na 0,5 dle tabulky z normy.

$$P_v = \beta * \sum_{b=1}^n (P_{bi}) = (6 * 18 + 10) * 0,5 = 59 \text{ kW}$$

3.3 Návrh přívodního kabelu

Dle normy ČSN 33 21 30 ed.3 jsou dány minimální průřezy pro elektrizace A a B. S ohledem na zvýšený příkon jednotlivých bytů nebudeme využívat této tabulky a hodnotu vodiče Cu 4x25 zvedneme na hodnotu CYKY 4x35. Průřez se volí v závislosti na výpočtovém proudu I_p s následnou kontrolou úbytku napětí.

$$I_p = \frac{P_v}{\sqrt{3} * U_s * \cos \varphi} = \frac{1000 * 59}{\sqrt{3} * 400 * 0,9} = 94,62 \text{ A}$$

V elektroměrové skříni bude před prvním elektroměrovým rozvaděčem usazen hlavní trojpolový výkonný jistič s jmenovitým proudem 100 A. Vycházíme z porovnání výpočtového proudu, který musí být menší než jistící prvek ($100 \text{ A} \geq 94,62 \text{ A}$ – Vyhovuje.)

Kontrola úbytku napětí

Kontrola úbytku bude provedena na nejdelší větvi. Což znamená, že se vypočítá k rozvaděči RB6.

Hlavní domovní vedení

$$\Delta U_s = \frac{\sqrt{3} * (\sum_{i=1}^m I_i * l_i) * \cos \varphi}{\gamma * S} = \frac{\sqrt{3} * (28,87 * 30,21) * 0,9}{56 * 35} = 0,69 \text{ V}$$

Odbočka k elektroměrům

$$\Delta U_s = \frac{2 * I * P_b * 1000}{\gamma * S * U_s} = \frac{2 * 0,5 * 18 * 1000}{56 * 10 * 400} = 0,08 \text{ V}$$

Vedení od elektroměrů

$$\Delta U_s = \frac{I * P_b * 1000}{\gamma * S * U_s} = \frac{12,5 * 18 * 1000}{56 * 10 * 400} = 1,01 \text{ V}$$

Celkový úbytek napětí

$$\Delta U_s = 0,69 + 0,08 + 1,01 = 1,78 \text{ V}$$

Posouzení

Norma ČSN 33 21 30 ed.3 udává maximální úbytky napětí pro světelné, smíšené, tepelné aj. obvody. Minimální hodnota je úbytek 2 %. Což naše výpočty splňují a můžeme díky tomu využít předpokládané průřezy kabelu.

$$\Delta U_s \% = \frac{\Delta U_s}{U_s} * 100 = \frac{1,78}{400} * 100 = 0,445\% \leq 2\% \quad \text{VYHOVUJE}$$

3.4 Koncepční návrh hlavního rozvaděče

3.4.1 Hlavní rozvaděč

Hlavní rozvaděč se nachází v elektroměrové skříni v podzemním podlaží. Je do něj přiveden vodič CYKY 4x35. Jeho obsahem je trojpólový výkonný jistič s jmenovitým proudem 100 A. Je zde umístěn svod přepětí kategorie T1. Přívod a vývod je řešen soustavou TN-C. Hlavní rozvaděč obsahuje v elektroměrové skříni všechny za sebou řazené elektroměrové rozvaděče. Tyto rozvaděče jsou osazeny jistíci prvky B32/3 s jmenovitým proudem 32 A. Soustava TN-C-S se rozděluje za elektroměrovými rozvaděči a je vedena do bytových rozvaděčů. Navíc každý z rozvaděčů obsahuje hromadné dálkové vedení (HDO), které je dále napojeno na každý byt zvlášť kabelem CYKY-J 3 x 1,5 k regulování odběru energie.

3.4.2 Bytové rozvaděče

Do bytových rozvaděčů jsou přivedeny kabely CYKY-J 4x10 a CYA 16ZZ. Bytové rozvaděče jsou zapuštěné plastové s plnými dvířky a krytím IP 40. Modulově se pohybují kolem 36 a třemi řadami. Přívod a následný vývod do obvodu je řešen vrchem.

Rozvaděče RB1 a RB2

Obsahem je hlavní třípólový vypínač 32 A/3, svodič přepětí kategorie T2, dva čtyřpólové proudové chrániče s reziduálním proudem 30 mA. Dále zde je usazeno 6 jističů 1P B10A a 21 jističů 1P B164. Máme zde i tři třípólové jističe, které jistí třífázové vedení 3P B16A a 3P B20A, k nim přilehlé dva stykače s 25 A hodnotou propojeny na HDO v RE. Taktéž jistíci prvky s proudovým chráničem na světelné obvody 2P B10A s reziduálním proudem 30 mA. Dále je zde 6 rezerv pro případné modernizace.

Rozvaděče RB3 a RB4

Obsahem je hlavní třípólový vypínač 32 A/3, svodič přepětí kategorie T2, dva čtyřpólové proudové chrániče s reziduálním proudem 30 mA typu A. Dále zde je usazeno 6 jističů 1P B10A a 17 jističů 1P B164. Máme zde i tři třípólové jističe, které jistí třífázové vedení 3P B16A a 3P B20A, k nim přilehlé dva stykače s 25 A hodnotou propojeny na HDO v RE. Taktéž jistíci prvky s proudovým chráničem na světelné obvody 2P B10A s reziduálním proudem 30 mA. Dále je zde 6 rezerv pro případné modernizace.

Rozvaděče RB5 a RB6

Obsahem je hlavní třípólový vypínač 32 A/3, svodič přepětí kategorie T2, dva čtyřpólové proudové chrániče s reziduálním proudem 30 mA typu A. Dále zde je usazeno 6 jističů 1P B10A a 21 jističů 1P B164. Máme zde i tři třípólové jističe, které jistí třífázové vedení 3P B16A a 3P B20A, k nim přilehlé dva stykače s 25 A hodnotou propojeny na HDO v RE. Taktéž jistíci

prvky s proudovým chráničem na světelné obvody 2P B10A s reziduálním proudem 30 mA. Dále je zde 6 rezerv pro případné modernizace.

Rozvaděč pro společnou potřebu

Tento rozvaděč je usazen s elektroměrovými rozvaděči v podzemním podlaží. Jeho usazení je taktéž v elektroměrové skříni. Přímou v rozvaděči bude proveden ze soustavy TN-C na TN-C-S. Rozvaděč obsahuje jednopólový hlavní jistič 1P 25/A. Svod přepětí T2 a dvoupólový proudový chránič s jmenovitým proudem 25 A typu A, a stejným reziduálním proudem 30 mA. Obsahuje zároveň i 2 jističe typu 1P B10A a 6 jističů typu 1P B16A. Taktéž čtyři jističí prvky s proudovým chráničem na světelné obvody 2P B10A s reziduálním proudem 30 mA. Taktéž je zde usazen jistič pro případné napojení STA 1P B16A. Je zde i připojen stykač na ovládání přímotopů na podestách. V neposlední řadě je zde usazen zvonkový transformátor.

3.5 Rozbor použitých vodičů

3.5.1 Silový kabel CYKY

Vodičem je Cu jádro. Kolem něj PVC izolace, vyplněný gumou a obalený PVC pláštěm.

V objektu jsou použity kabely:

CYKY 3x1,5 ; CYKY 3x2,5 ; CYKY

5x2,5 ; CYKY 4x10 ; CYKY 5x4,0 ; CYKY 4x35

Tento síťový kabel je určen pro suché, nebo vlhké prostředí. Může být pod omítkou, v otevřeném prostoru i v zemi.



Obrázek 3-1: Řez kabelem CYKY

3.5.2 Kabel JYTY

Vodičem je taktéž Cu jádro. Je zde PVC izolace, obal z plastové fólie, stínění z Al laminové fólie s přiloženým Cu páskem. Nakonec je celý uschovaný PVC pláštěm.

V objektu jsou použity kabely: JYTY

2x1 pro zvonkové tablo a taktéž pro elektrického vrátného. Je navrhován pro pevné uložení.



Obrázek 3-2: Řez kabelem JYTY

3.5.3 Kabel YCFGY

Kabel se skládá z Cu jádry a PE izolace. Je zde stínění z měděné fólie a stínění vytvořené opletáním holých



Obrázek 3-3: Řez kabelem YCFGY

měděných drátů. Nakonec se ukládá kolem PVC plášť.

V objektu byl použit: YCFGY 2x2,5 pro anténní nebo satelitní připojení televizního signálu.

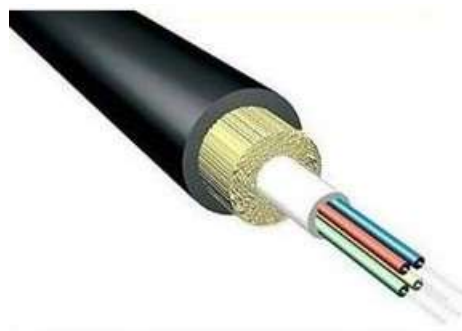
Tento typ je určen pro uložení v suchém i vlhkém prostředí.

3.5.4 Optický kabel OKO 50/125 – 24

V jádru je 24 mnohovidových optických vláken. Tyto vlákna jsou uchycena v sekundárním volném plášti. Okolo tohoto pláště jsou tahovou kroucené prvky – vodoblokující skelné příze, které jsou obaleny PE pláštěm.

V Objektu je využit pro rozvod internetu/wifi připojení.

Tento typ může být ukládán do suchých i vlhkých prostředí.



Obrázek 3-4: Řez optickým kabelem OKO 50-24

3.6 Volba typů přístrojových krabic a svorkovnic

3.6.1 Krabice

V projektu se bude uvažovat jen s přístrojovými krabicemi. Využijí se universální instalační krabice KU 68, nebo KP 68. Krabice podle potřeby jsou vyrobeny jako jedno nebo dvounásobné. Průměr vyvrtané otvory do stěny je 80 mm s hloubkou 66 mm. Materiálem je PVC, samozhášivá.

3.6.2 Svorky a svorkovnice

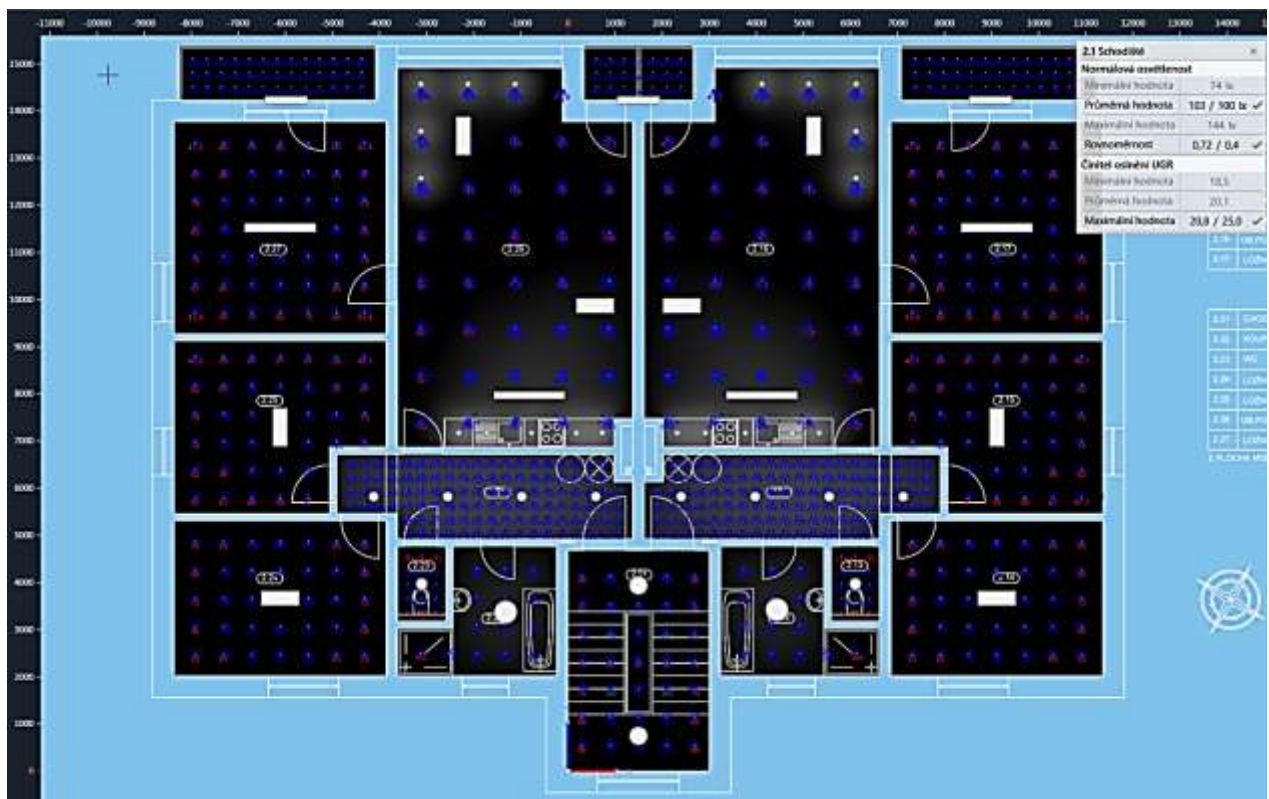
U elektroměru bude využita stoupací svorkovnice. Propojení k rozvaděči bude použita šroubovací svorkovnice. Pro spojení v přístrojových krabicích se využijí svorky WAGO a pro zvonkové spoje se použijí gelové spojky.

3.7 Dimenzování vodičů k jednotlivým zařízením

3.7.1 Světelné obvody

Pro výpočet umělého osvětlení byl použit program Building Design⁺, který využívá výpočetní modul Wils – návrh a výpočet umělého osvětlení. Tento program zahrnuje posouzení na Normálovou osvětlenost a Činitele oslnění URG.

Pracovní rozhraní:



Přehled výsledků výpočtu pro umělé osvětlení

Svitidla použitá v tomto projektu

Typ	Název	Výrobce	Označení svítidla	Množství
LI2JP35211	Petra čirá 1x40W/840, IP64 vč. Zdroje	SCHRACK	Q	6
LI2JP35100	PETRA ČIRÁ 1x22W/840, IP64 vč. Zdroje	SCHRACK	R	6
LI117240	ACRYL BOX T5, černá, G5, 2x39W	SCHRACK	Z105	7
LI157472	BOWTOW GLASS, chrom	SCHRACK	Z106	3
LI157810	SAVONA PD-1, chrom/acrylát, 6x3W LED 3000K	SCHRACK	Z111	2
LI160874	DURANZ závěsné 2x35W T5	SCHRACK	Z15	4
LI165140	PARA DOME II 480, HQI 250W	SCHRACK	Z18	6
LI160461	LED Downlight 36/3 kruhové bílá 36 LED, 3000K	SCHRACK	Z25	14
LI149252	MEDO stropní, T5 40W 2GX13, česaný hliník/sat.sklo	SCHRACK	Z26	8
LI134221	SUN stropní, E27, 75W, hliník/sklo	SCHRACK	Z29	18
LI111962	downlight DOME LED 6x3W, teplá bílá	SCHRACK	Z58	50
LI155292	SOPRANA, závěsné, PD-1, hranaté, bílá, 4xE27	SCHRACK	Z6	10
LI38OF0061	Office LED I/D závěsné, DALI, 86W, 4000K, 9735lm, 1,5m	SCHRACK	Z90	8
LI155290	LASSON, závěsné, PD-1, hranaté, černá, 4xE27	SCHRACK	Z91	8

Obrázek 3-6: Použitá svítidla v zadaném bytovém domě

Ukázka vyhodnocení u 1.NP

Přehled výsledků

Název	Minimální hodnota	Průměrná hodnota	Maximální hodnota	Rovnoměrnost
0.1 - Chodba				
Normálová osvětlenost	74 lx	134 / 100 lx	222 lx	0,56 / 0,4
Činitel oslnění UGR	17,0	17,8	18,3 / 28,0	
0.2 - Chodba				
Normálová osvětlenost	57 lx	126 / 100 lx	202 lx	0,45 / 0,4
Činitel oslnění UGR	16,6	18,5	19,8 / 28,0	
0.3 - Sklepní box				
Normálová osvětlenost	35,8 lx	50 / 50 lx	74 lx	0,71 / 0,4
Činitel oslnění UGR	0,0	7,6	13,0 / 25,0	
0.4 - Sklepní box				
Normálová osvětlenost	35,7 lx	50 / 50 lx	74 lx	0,71 / 0,4
Činitel oslnění UGR	0,0	7,6	13,0 / 25,0	
0.5 - Sklepní box				
Normálová osvětlenost	35,8 lx	50 / 50 lx	74 lx	0,71 / 0,4
Činitel oslnění UGR	0,0	7,6	13,0 / 25,0	
0.6 - Sklepní box				
Normálová osvětlenost	35,8 lx	50 / 50 lx	74 lx	0,71 / 0,4
Činitel oslnění UGR	0,0	7,7	13,0 / 25,0	
0.7 - Sklepní box				
Normálová osvětlenost	35,8 lx	50 / 50 lx	74 lx	0,71 / 0,4
Činitel oslnění UGR	0,0	7,7	13,0 / 25,0	
0.8 - Sklepní box				
Normálová osvětlenost	35,8 lx	50 / 50 lx	74 lx	0,71 / 0,4
Činitel oslnění UGR	0,0	7,6	13,0 / 25,0	
1.1 - Vstup				
Normálová osvětlenost	109 lx	121 / 100 lx	148 lx	0,9 / 0,4
Činitel oslnění UGR	0,0	5,8	13,1 / 28,0	
1.2 - WC				
Normálová osvětlenost	148 lx	189 / 100 lx	232 lx	0,78 / 0,4
Činitel oslnění UGR	0,0	0,0	0,0 / 28,0	
1.3 - Tech.Místnost				
Normálová osvětlenost	285 lx	394 / 200 lx	470 lx	0,72 / 0,4
Činitel oslnění UGR	0,0	6,6	17,2 / 25,0	
1.4 - Chodba				
Normálová osvětlenost	269 lx	447 / 100 lx	637 lx	0,6 / 0,4
Činitel oslnění UGR	16,9	19,1	20,8 / 28,0	
1.5 - Pokoj				
Normálová osvětlenost	53 lx	119 / 100 lx	246 lx	0,45 / 0,4
Činitel oslnění UGR	0,0	6,5	9,3 / 22,0	
1.6 - Koupelna				
Normálová osvětlenost	251 lx	368 / 200 lx	507 lx	0,68
Činitel oslnění UGR	0,0	8,8	16,7 / 22,0	
1.7 - Pokoj				

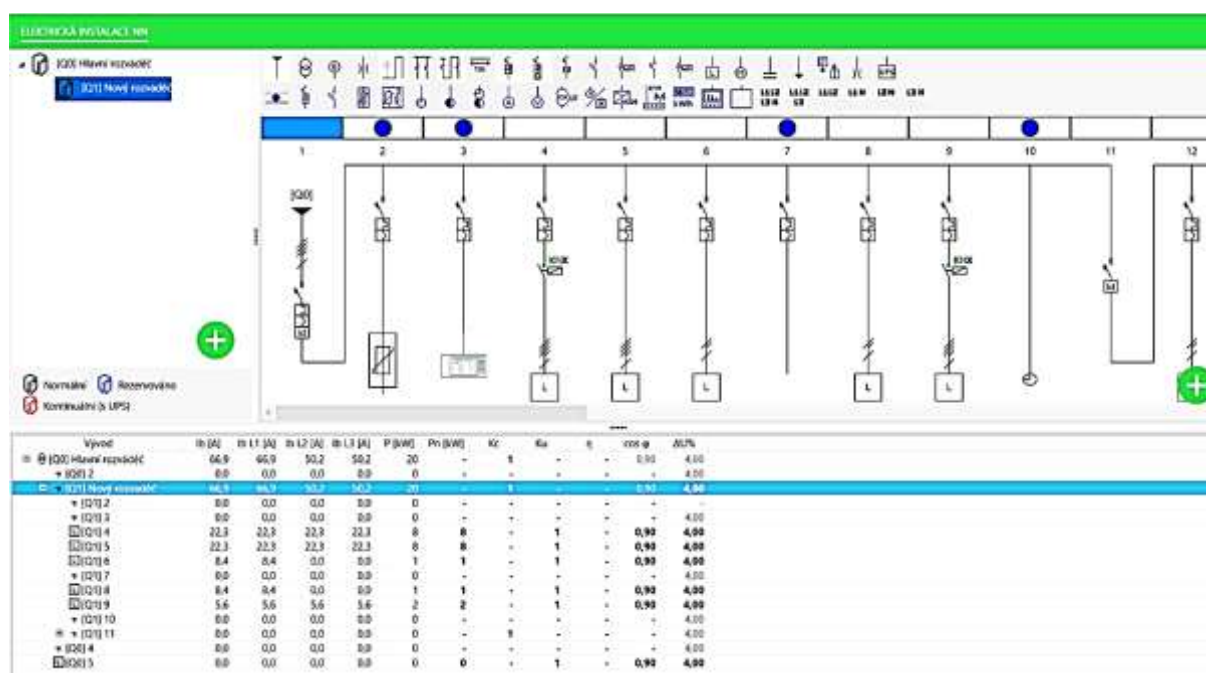
6 / 10

Obrázek 3-7: Vyhodnocení výsledků z programu WILS

3.7.2 Zásuvkové obvody

Pro výpočet vedení v bytových prostorech byl použit program EcoStruxure Power Design⁺. Program využívá teoretických přednastavených vlastností, které ulehčují uživateli zdoluhavé výpočty pro jeden kabelový rozvod. Pracovní rozhraní funguje na principu vytvoření schémata s přidávanými příkony daných spotřebičů. Program automaticky přepočítává veškeré změny a vytváří uživateli tabulku vhodných typů kabelu. Pak už záleží na projektantovi, který kabel pro daný rozvod vybere. Pro zjednodušení práce na stavbě se většinou vybírají kabely podobného druhu, nebo kabely, které danému elektrikáři nejvíce vyhovují.

Pracovní rozhraní:



Obrázek 3-8: Pracovní rozhraní programu EcoStruxure Power Design

Výstupy z EcoStruxure Power Design⁺

V tomto programu byl nadimenzován jeden bytový rozvaděč. Ostatní, kvůli velmi podobným vlastnostem, jsou řešeny stejně, jako vybraný modelový subjekt.

	Zdroj	Kabel ID	Popis 1	Propojení s	Typ kabelu a označení	L [m]	Fáze	N	PE	ΔU	Přetížení	Zkrat	Nepříznivý kontakt
1	Q0	1	WCL.1		PVC izolovaný UL PEN	1	4x25 Cu	4x25 Cu	4x25 Cu	Ano	Ano	-	-
2	Q0	3	WCL.1.2	[Q0] 1	PVC izolovaný ULN PE	1	4x16 Cu	1x16 Cu	1x16 Cu	Ano	Ano	Ano	Ano
3	Q0	5	WCL.1.4		PVC izolovaný ULN PE	1	3x1.5 Cu	1x1.5 Cu	1x16 Cu	Ano	Ano	Ano	Ano
4	Q1	4	WCL.1.1		PVC izolovaný ULN PE	2	5x2.5 Cu	5x2.5 Cu	1x16 Cu	Ano	Ano	Ano	Ano*
5	Q1	5	WCL.1.4		PVC izolovaný ULN PE	1	5x2.5 Cu	5x2.5 Cu	1x16 Cu	Ano	Ano	Ano	Ano*
6	Q1	6	WCL.1.5		PVC izolovaný ULN PE	1	3x1.5 Cu	1x1.5 Cu	1x16 Cu	Ano	Ano	Ano	Ano*
7	Q1	8	WCL.1.7		PVC izolovaný ULN PE	1	3x2.5 Cu	3x2.5 Cu	1x16 Cu	Ano	Ano	Ano	Ano*
8	Q1	9	WCL.1.8		PVC izolovaný ULN PE	1	3x1.5 Cu	1x1.5 Cu	1x16 Cu	Ano	Ano	Ano	Ano*
9	Q1	12	WCL.1.1		PVC izolovaný ULN PE	1	3x2.5 Cu	3x2.5 Cu	1x16 Cu	Ano	Ano	Ano	Ano*
10	Q1	13	WCL.1.2		PVC izolovaný ULN PE	1	3x2.5 Cu	3x2.5 Cu	1x16 Cu	Ano	Ano	Ano	Ano*
11	Q1	14	WCL.1.3		PVC izolovaný ULN PE	1	3x2.5 Cu	3x2.5 Cu	1x16 Cu	Ano	Ano	Ano	Ano*
12	Q1	15	WCL.1.4		PVC izolovaný ULN PE	1	3x2.5 Cu	3x2.5 Cu	1x16 Cu	Ano	Ano	Ano	Ano*
13	Q1	16	WCL.1.5		PVC izolovaný ULN PE	1	3x1.5 Cu	1x1.5 Cu	1x16 Cu	Ano	Ano	Ano	Ano*
14	Q1	17	WCL.1.6		PVC izolovaný ULN PE	1	3x2.5 Cu	3x2.5 Cu	1x16 Cu	Ano	Ano	Ano	Ano*
15	Q1	18	WCL.1.7		PVC izolovaný ULN PE	1	3x1.5 Cu	1x1.5 Cu	1x16 Cu	Ano	Ano	Ano	Ano*
16	Q1	19	WCL.1.8		PVC izolovaný ULN PE	1	3x1.5 Cu	1x1.5 Cu	1x16 Cu	Ano	Ano	Ano	Ano*
17	Q1	24	WCL.1.1		PVC izolovaný ULN PE	1	3x2.5 Cu	3x2.5 Cu	1x16 Cu	Ano	Ano	Ano	Ano*
18	Q1	25	WCL.1.2		PVC izolovaný ULN PE	1	3x2.5 Cu	3x2.5 Cu	1x16 Cu	Ano	Ano	Ano	Ano*
19	Q1	26	WCL.1.3		PVC izolovaný ULN PE	1	3x2.5 Cu	3x2.5 Cu	1x16 Cu	Ano	Ano	Ano	Ano*
20	Q1	27	WCL.1.4		PVC izolovaný ULN PE	1	3x2.5 Cu	3x2.5 Cu	1x16 Cu	Ano	Ano	Ano	Ano*
21	Q1	28	WCL.1.5		PVC izolovaný ULN PE	1	3x2.5 Cu	3x2.5 Cu	1x16 Cu	Ano	Ano	Ano	Ano*
22	Q1	29	WCL.1.6		PVC izolovaný ULN PE	1	3x2.5 Cu	3x2.5 Cu	1x16 Cu	Ano	Ano	Ano	Ano*
23	Q1	30	WCL.1.7		PVC izolovaný ULN PE	1	3x1.5 Cu	1x1.5 Cu	1x16 Cu	Ano	Ano	Ano	Ano*
24	Q1	31	WCL.1.8		PVC izolovaný ULN PE	1	3x2.5 Cu	3x2.5 Cu	1x16 Cu	Ano	Ano	Ano	Ano*

Obrázek 3-9: Výstup z programu EcoStruxure Power Design

3.8 Předpokládaná roční spotřeba elektrické energie

Vzhledem k podobnosti řešených bytů se výpočet proveden na jeden z nich. Ostatní byty budou mít téměř totožné hodnoty.

Spotřebič	Výpočtový příkon	Spotřeba	Doba využití
Kotel	8,0 kW		Léto – 0 h/den Zima – 24 h/den
Indukční deska	4,2 kW	-	1h/den
Elektrická trouba	1,7 kW	-	0,5h/den
Lednice	-	0,8 kWh/den	Denně
Myčka	1,5 kW	1,0 kWh za záběr	5x za týden
Pračka	2,2 kW	0,84 kWh za záběr	2x za týden
Sušička	1,1 kW	0,64 kWh za záběr	2x za týden
Osvětlení	100 W	-	Léto – 3h/den Zima – 7h/den
Ostatní	-	0,5 kWh/den	Denně

Spotřeba pro letní období:

$$P_{\text{den,L}} = 4,2 \cdot 1 + 0,75 + 0,5 + 0,5 \cdot 1,7 + 0,1 \cdot 3 = 6,60 \text{ kWh/den}$$

$$P_{\text{týd,L}} = 6,60 \cdot 7 + 1 \cdot 5 + 0,84 \cdot 2 + 0,64 \cdot 2 = 54,16 \text{ kWh/týden}$$

Spotřeba pro zimní období:

$$P_{\text{den,Z}} = 8 \cdot 1 + 4,2 \cdot 1 + 0,75 + 0,5 + 0,5 \cdot 1,7 + 0,1 \cdot 7 = 15 \text{ kWh/den}$$

$$P_{\text{týd,Z}} = 15 \cdot 7 + 5 \cdot 1 + 0,84 \cdot 2 + 0,64 \cdot 2 = 112,96 \text{ kWh/týden}$$

Celková předpokládaná roční spotřeba:

$$P_{\text{rok}} = 54,16 \cdot 26,5 + 112,96 \cdot 26,5 = \underline{\underline{4,429 \text{ MWh}}}$$

4 Projekt

4.1 Technická zpráva Elektroinstalace

Identifikační údaje

Údaje o stavbě

- Název stavby: Novostavba bytového domu
- Místo stavby: parcely č.1399/33 a 1397/25, k.ú. Opava-Kylešovice, Divišová
- Druh stavby: Stavba trvalá
- Účel stavby: bytový dům s 6 bytovými jednotkami

Údaje o Žadateli

- Jméno: Vysoké učení technické v Brně, fakulta stavební
- Adresa: Veveří 331/95, 602 00 Brno

Údaje o zpracovateli

- Vypracoval: Ondřej Pírek
- Vedoucí práce: Ing. Jana Doležalová

Seznam Příloh:

a) Technická zpráva	TZ	5xA4
b) Výkresová část		
- Situace BD	P01	A3
- Půdorysy světelných obvodů	P02-P05	A2
- Půdorysy zásuvkových obvodů	P06-P09	A2
- Půdorysy slaboproudu	P10-P13	A2
- Schéma zapojení	P14	A4
- Schéma bytových rozvaděčů	P15-P18	A3
- Schéma elektroměrových rozvaděčů	P19-P25	A3

1. Účel objektu

Objekt slouží pro bydlení 6- ti domácností. Na pozemku budou zhotoveno 7 parkovacích míst. Každé jedno místo slouží k jedné bytové jednotce. Sedmé parkovací místo bude zhotoveno pro návštěvy. Na pozemek se bude přijíždět z přilehlé komunikace přes sníženou obrubu. Taktéž na pozemku bude zhotovena vodovodní, kanalizační a elektrická přípojka. Svod dešťové kanalizace bude řešen do akumulární a následně do vsakovací nádrže.

2. Architektonické řešení

Objekt tvoří členitá hranolovitá hmota s půdorysným uspořádáním do nepravidelného obdélníku. Velikost objemu je z uliční fronty zmírněna předstupující hmotou vnitřního schodiště a ustupujícím horním podlažím se sedlovou střechou. Zahradní plochy fasád jsou členěny výraznějším prolamováním pomocí vložených balkónů. Působení objektu je vzhledem ke své funkci tradiční, fasády připomínají klasický stěnový systém s pravidelným rastrem okenních otvorů. Střešní konstrukce na okolních objektech jsou různorodé (pultové, ploché sedlové atd.) navržená sedlová střecha tudíž nebude nijak narušovat ani výrazně vystupovat z okolní zástavby.

Materiálové řešení je rovněž tradiční. Na fasádách objektu se uplatňuje hladká bílá omítka. Výplně otvorů jsou navrženy plastové šedé barvy. V interiéru se uplatní malby a SDK konstrukce. Na podlahách budou ve velké míře užity vinylové povlakové krytiny s dezénem dřeva. Ve společenských prostorách jednotlivých oddělení jsou navrženy keramické dlažby a stěrkové podlahy. Na terasách budou použity dřevěné kompozitové rošty. Zábradlí balkónů a teras bude provedeno jako ocelové šedé barvy. Střecha nad 2. nadzemním podlažím bude řešena jako plochá, krytina je navržena jako asfaltový pás. Zastřešené podkrovní části bude provedeno šindelem tmavě šedé barvy.

3. Technické stavební řešení

Stavba bytového domu je navržena jako zděná (systém Porotherm). Navržená budova je částečně podsklepená budova, má 3 nadzemní podlaží včetně obytného podkroví a bude disponovat šesti bytovými jednotkami. V 1.PP navrženého objektu budou umístěny sklepní kóje – každý byt bude mít k dispozici jednu tuto kóji. V 1.NP jsou navrženy dvě bytové jednotky, kde každá z nich bude mít přístup do zahradní části. Druhé nadzemní podlaží bude obsahovat celkem dva byty. Ve 3. NP-podkroví budou potom umístěny dvě bytové jednotky. Čistá podlaha 1.NP je stanovena na +0,150m na upravený terén. Přístup k jednotlivým bytovým jednotkám bude z vnitřní chodby a schodiště umístěného na východní straně objektu. Bytová jednotka na jižní straně v 1.NP bude disponovat vlastním vstupem rovněž z východní strany objektu.

4. Technické řešení elektroinstalace

I. Zásobování objektu

- Zásobování objektu elektrickou energií je řešeno z veřejné rozvodné sítě. HDS je řešena jako volně stojící na kraji pozemku. Nové připojení bude provedeno třífázově, kdy hlavní jistič bude osazen v elektroměrové rozvodné skříni $I_n=100$ A. Objekt bude obsahovat 7 elektroměrových rozvaděčů s řízením spotřebičů pomocí HDO.

II. Technické údaje

- Rozvodná soustava:

Prívod 3+PEN – 50 Hz, 230/400 V, TN-C

Vedení od elektroměrů 3+PE+N – 50 Hz, 230/400 V, TN-C-S

- Ochrana před úrazem elektrickým proudem dle ČSN 33 2000-4-41 ed.2:

Základní ochrana: Základní izolace živých částí

Přepážky, nebo kryty

Ochrana při poruše: Automatické odpojení od zdroje

Ochranné uzemnění

Ochranné pospojování

Doplňkové pospojování

Doplňující proudový chránič

Všechny místnosti se zvýšeným výskytem vody (koupelny) budou obsahovat ochranné pospojování kovového potrubí a v technických místnostech se pospojují všechny spotřebiče s elektrickým přívodem kabelem min. CY 4 mm², který bude uložen v souběhu se silovými kabely. Dále budou pospojovány a svedeny všechny přípojnice PEN v jednotlivých rozvaděčích do HOP (přípojnice hlavního pospojování)

Ochrana proti přepětí bude řešena jako dvoustupňová ochrana přepětí v bytových rozvaděčích. V hlavních elektroměrových rozvaděčích bude osazena ochrana T1.

- Byty jsou zatříděny do stupně elektrizace C.
- Vnější vlivy jsou „normální“.

Objekt bude opatřen hromosvodem. Jeho provedení bude řešeno dle ČSN EN 62 305-1, ČSN EN 62 305-2, ČSN EN 62 305-3, ČSN EN 62 305-4. a bude připojen na HOP.

III. Venkovní vedení

- Pro osvětlení venkovních fasád u vstupů budou vyvedeny volné vývody zakončené v elektrických instalačních krabicích. Přesný typ jednotlivých světel bude navržen podle požadavků investora.

IV. Vnitřní elektroinstalace

- V objektu budou provedeny zásuvkové, světelné a slaboproudé rozvody.

Hlavní rozvody

Napojení bude provedeno T-spojku z distribuční sítě do HDS. Z hlavní domovní skříně povede kabel CYKY 4x35 do elektroměrové rozvodné skříně, kde bude osazen hlavní jistič s jmenovitým proudem 100 A. Elektroměrové rozvaděče budou osazeny jistíci prvky hodnoty 32 A. Každý z rozvaděčů bude navíc obsahovat HDO. Vývody z RE budou kabelem CYKY-J 4x10 a kabelem CYA16ZŽ. Což znamená, že k rozdělení soustavy rozvodné sítě dochází za každým elektroměrovým rozvaděčem zvlášť. V bytových rozvaděcích se nachází hlavní jističe s jmenovitým proudem 32 A. Jsou zde osazeny dva proudové chrániče s reziduálním proudem 30 mA a dva jističe s proudovým chráničem pro světelné obvody. Všechny kabely, které budou vedeny ve stoupacích vedení budou navíc osazeny v chráničkách, především se jedná o kabeláž vedoucí z HDS do sklepních prostorů, kde jsou usazeny elektroměrové rozvaděče a o kabely, které jsou vedeny k jednotlivým bytovým rozvaděčům.

Zásuvkové obvody

Budou řešeny kabely CYKY-J 5x2,5 ; CYKY-J 3x2,5 ; CYKY-J 3x1,5. CYKY-J 5x4,0. Kabely budou vedeny ve drážkách ve zdivu. Budou řešeny jako jednofázové obvody, jednofázově samostatně jištěné a třífázové samostatně jištěné (viz. výkresová část). Jejich usazení bude řešeno v instalačních zónách. U podlah se budou umísťovat do výšky 300 mm nad podlahou. Vypínače se budou volit ve výškách 1 200 mm. Navržené zásuvky v kuchyních budou usazeny do výšek 1 200 mm, nebo tato výška může být změněna na přání investora, je však kladen důraz na proveditelnost a statické provedení zdiva.

Světelné obvody

Využity kabely CYKY-J 3x1,5.

Kabely budou vedeny ve drážkách stěn a stropů dle přiložené dokumentace. Světelné obvody v schodišťovém prostoru jsou svedeny do rozvaděčů pro společnou potřebu. Tyto světla obsahují i detekci pohybu na kterou se sami aktivují. Světelné obvody navíc budou sami jištěny kombinovanými prvky jistič/proudový chránič.

Slaboproudé obvody

Obvody budou řešeny kabely JYTY 2+1 pro zvonkové tabla, kabely YCFGY 2x2,5 pro anténní přenos televizního signálu, kabelem OKO 125/50 – 24 pro vedení internetu. Tyto kabely jsou optické. Internetové připojení může být řešeno dvěma způsoby. Buď poskytovatel internetu bude zajišťovat signál přes vzduch a nebude potřeba řešit připojení na Ethernetové připojení. Pokud investor ale bude chtít využít optického připojení, bude zde v objektu vše předem připraveno. Televizní připojení bude řešeno přes STA, která bude usazena v podkrovní části objektu a jištěna v rozvaděči pro společnou potřebu.

Příprava TUV a Topení

Zdrojem studené vody bude vodovodní přípojka z veřejného řádu. Každý z bytů bude mít vlastní boiler situovaný většinou v technických místnostech. Jištění bude provedeno v bytových rozvaděčích na samostatný obvod.

Topení je řešené pomocí podlahové a přímotopného vytápění. Přímotopy budou využity jen pro vytápění podest a mezipodest společných prostorů, proto budou jištěny v rozvaděči pro společnou potřebu. Podlahové topení bude usazeno pod kotlem. Ohřev bude separovaný od boileru a podlahové topení bude jištěno třípólovým jisticím prvkem, vedeno bude přes třífázové vedení samostatně.

V. Provoz a údržba

Osoby, které mají právo obsluhovat elektrické zařízení, musí být seznámeny s daným provozovaným zařízením a s jeho funkcí. Osoba bez elektrotechnické klasifikace nesmí manipulovat, ovládat, sundávat kryty elektrických zařízení, nebo jinak zasahovat do tohoto zařízení. Při poruše může provést opravu jen pracovník s odborným elektrotechnickým vzděláním a platným osvědčením dle vyhlášky č.50/1978 Sb. o odborné způsobilosti v elektrotechnice.

Po skončení montáže veškeré elektroinstalace, před předáním do užívání, **musí** být **odborným pracovníkem** provedena výchozí **revize**.

V případě požáru se nesmí k hašení elektrických zařízení používat voda, vodní ani pěnové hasící přístroje. Pro hašení v tomto případě je nejlepší využít sněhový práškový hasící přístroj.

5. Legislativa

Během instalace se musí dodržovat všechny platné elektrotechnické předpisy. Především vybrané z nich: (legislativa 2.1 oddíl)

- ČSN 33 2000-4-41, 33 2130, 33 2135, 30 2180,
- ČSN 33 3320, 34 1020, 33 2050, 36 0450

4.2 Výkresová část

VIZ. PŘÍLOHY

5 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo zpracování informací ohledně návrhu elektroinstalací v obytných budovách. Práce byla rozdělena do tří částí. První část byla teoretická. Jednalo se o vysvětlení základních pojmů, představení norem a sepsání důležitých částí z nich. Druhá část byla výpočetní. V této části byly provedeny základní výpočty a posouzení pro elektroinstalace na předem zadanou budovu. V poslední části byla provedena technická zpráva a důležité výkresy k ní. Při výpočtu byly využity vzorce na výpočet proudových zatížení a následného úbytku napětí. Výsledky určovali po-té návrh hlavní kabeláže a hlavního jističe. Pak se provedli výpočty přes program WILS a EcoStruxure Power Design, které vyhodnotili navržená světla a kabeláž pro zásuvkové a světelné obvody. Navíc zde byly rozepsány materiály, které budou v tomto objektu využity. Po-té byla zpracována technická zpráva s odkazem na výpočetní část a v přílohách byly přiřazeny výkresy zásuvkových, světelných a slaboproudých rozvodů. Jsou zde zakreslena i schémata napojení a elektroměrové rozvaděče s bytovými rozvaděči.

6 Zdroje, literatury

Elektronické zdroje:

- [1] Elektrická instalace v obytných budovách. Elektroenergetika 1 [online]. Praha, 2016 [cit. 2021-5-26]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/260/02.html>
- [2] Hromadné Dálkové Ovládání. ČEZ distribuce [online]. Praha: ČEZ distribuce, 2021 [cit. 2021-5-26]. Dostupné z: <https://www.cezdistribuce.cz/cs/pro-zakazniky/spinani-hdo>
- [3] Základní rozdělení slaboproudu. Profi elektrikář [online]. Šlapanice u Brna: Elektrika.info, 2014 [cit. 2021-5-26]. Dostupné z: <https://elektrika.cz/data/clanky/zaklady-znalosti-slaboproudych-rozvodu-pro-silnoproudare/view>
- [4] STA + SAT. EXAC [online]. Praha: Exac, 2014 [cit. 2021-5-26]. Dostupné z: https://www.exac.cz/show_cat.php?zob=&catid=1070&styl=brown&disk=0&nav=
- [5] Prostředky ochrany před úrazem elektrickým proudem podle prostoru a podle způsobu provozu zařízení. Rittal [online]. Hajany: Časopis ElektroPrůmysl, 2014 [cit. 2021-5-26]. Dostupné z: <https://www.elektroprumysl.cz/legislativa/prostredky-ochrany-pred-urazem-elektrickym-proudem-podle-prostoru-a-podle-zpusobu-provozu-zarizeni>
- [6] Stupeň krytí IP - ochrana proti vodě a průniku předmětů. Anténa [online]. Brno: Anténa, 2016 [cit. 2021-5-26]. Dostupné z: <https://www.antena.cz/stupen-kryti-ip-ochrana-proti-vode-a-pruniku-predmetu-c570/>
- [7] Co je stupeň krytí IP. GoLED [online]. Břeclav: Goled, 2020 [cit. 2021-5-26]. Dostupné z: <https://www.goled.cz/blog/stupen-kryti-ip/>
- [8] KNX a internet věcí (IoT). Rittal [online]. Hajany: Časopis ElektroPrůmysl, 2018 [cit. 2021-5-26]. Dostupné z: <https://www.elektroprumysl.cz/elektroinstalace/knx-a-internet-veci-iot>
- [9] KNX Spínací akční členy. Schrack Technik [online]. Praha: Schrack Technik spol. s r.o., 2021 [cit. 2021-5-26]. Dostupné z: <https://www.schrack.cz/know-how/budovy/knx/knx-spinaci-akcni-cleny>

[10] Ibydlení. Ibydlení [online]. Praha: Schneider Electric CZ,s.r.o, 2021 [cit. 2021-5-26]. Dostupné z: <https://www.inteligentni-bydleni.cz/pouziti>

[11] TZB-info. *Inteligentní budovy* [online]. Praha: Topinfo, 2019 [cit. 2021-5-26]. Dostupné z: <https://elektro.tzb-info.cz/inteligentni-budovy>

[12] TZB-info. *Inteligentní budovy* [online]. Praha: Topinfo, 2019 [cit. 2021-5-26]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energii/19404-jak-spocitat-spotrebu-elektriny-v-domacnosti>

Literatura:

[13] ČSN 33 2000-4-41 ed. 3 - Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem, 2018.

[14] ČSN 33 2000-7-701 ed. 2 - Elektrické instalace nízkého napětí - Část 7-701: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech - Prostory s vanou nebo sprchou, 2007.

[15] ČSN 33 2000-4-46 ed. 3 - Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-46: Bezpečnost - Odpojování a spínání, 2017

[16] ČSN 33 2000-4-41 ed. 3 - Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem, 2018

[17] ČSN EN 60529 - Stupně ochrany krytem (krytí - IP kód), Změna : A2 (Katalogové číslo: 95354), 2014

[18] ČSN 33 2130 ed. 3 - Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody, Změna : Z1 (Katalogové číslo: 503884), 2018

[19] ČSN EN 1996-2 Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí - Část 2: Volba materiálů, konstruování a provádění zdiva, Změna : Z1 (Katalogové číslo: 89263), 2011

[20] Vyhláška č. 50/1978 Sb., 1978

[21] Zákon č. 183/2006 Sb., verze 27, 2021

[22] ČSN EN 50565-1 – Elektrické kabely - Pokyny pro používání kabelů se jmenovitým napětím nepřekračujícím 450/750 V (U0/U), 2015

- [23] ČSN 34 7409 – Systém znační kabelů, 1999
- [24] FORMÁNEK, Marian a Jana DOLEŽALOVÁ. BT053 – Elektrotechnické zařízení budov, Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta Stavební, 2021. Studijní opory pro studijní program s prezenční formou studia.
- [25] *Studijní materiály elektro* [online]. [cit. 2021-5-26]. Dostupné z: <http://www.mbest.cz/>
- [26] HÁJEK, Jan a Dalibor ŠALANSKÝ. První elektrotechnická knížka o ochraně před bleskem [online]. Verze 2.1. 2008. Dostupné z: <http://www.kniska.eu/kniska>
- [27] Princip KXN system [online]. [cit. 2021-5-26]. Dostupné z: https://www.knxcz.cz/images/clanky/KNX-System-Principles_cz.pdf
- [28] Smart Home [online]. International Research Journal of Computer Science, 2011 [cit. 2021-5-26]. Dostupné z: <https://www.ijirae.com/>
- [29] Applications, Systems and Methods in Smart Home Technology [online]. International Journal of Advanced Science and Technology, 2010 [cit. 2021-5-26]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/242630611_Applications_Systems_and_Methods_in_Smart_Home_Technology_A_Review
- [30] KNX základy [online]. KNX [cit. 2021-5-26]. Dostupné z: https://www.knx.org/wAssets/docs/downloads/Marketing/Flyers/KNX-Basics/KNX-Basics_cz.pdf

7 Seznam obrázků

Obrázek 2-1: Schéma hlavní části domovního rozvodu.....	7
Obrázek 2-2: Řez HDS při Smyčkování ; Obrázek 2-3: T-spojka.....	8
Obrázek 2-4: Schéma přípojky z venkovního vedení.....	8
Obrázek 2-5: Řez HDS.....	9
Obrázek 2-6: Minimální průřezy HDV dle ČSN 33 2130 ed.3	10
Obrázek 2-7: určení soudobost pro n-počet bytů dle ČSN 33 2130 ed.3	10
Obrázek 2-8: Schéma jednofázové zásuvky ; Obrázek 2-9: Schéma třífázové zásuvky	16
Obrázek 2-10: Minimální počet obvodů v bytech dle kategorie nebo užité plochy	16
Obrázek 2-11: Schéma dělení slaboproudých instalací dle funkce	17
Obrázek 2-12: Průřezy kabelu při proudové zatížitelnosti s okolní teplotou 30°C	19
Obrázek 2-13: Instalační zóna při využití pracovní desky	20
Obrázek 2-14: Instalační zóny dle ČSN 33 2000-7-701 ed.2.....	20
Obrázek 2-15: Tabulka pro maximální hloubky drážek dle ČSN EN 1996-2.....	21
Obrázek 2-16: Zóny v koupelnách	21
Obrázek 2-17: Půdorysné zobrazení zón v koupelnách	23
Obrázek 2-18: Řez a zobrazení umývacího prostoru	24
Obrázek 2-19: Tabulka pro maximální doby odpojení dle typu sítě	25
Obrázek 2-20: Stupně krytí	26
Obrázek 2-21: Schéma WAGO svorky	27
Obrázek 2-22: Schématický řez pojistkou.....	28
Obrázek 2-23: Schématický řez jističem	29
Obrázek 2-24: Schéma zapojení proudového chrániče	29
Obrázek 2-25: Možné připojení komponentů na Smart Home jednotku	32
Obrázek 2-26: Funkce řízené přes ovládací panel.....	33
Obrázek 2-27: Struktura zapojení KNX systému	34
Obrázek 2-28: Typy napojení KXN systému na rozvaděč	35
Obrázek 3-1: Řez kabelem CYKY	39
Obrázek 3-2: Řez kabelem JYTY	39
Obrázek 3-3: Řez kabelem YCFGY	39
Obrázek 3-4: Řez optickým kabelem OKO 50-24	40
Obrázek 3-5: Pracovní rozhraní program Building Design - WILS.....	41
Obrázek 3-6: Použitá svítidla v zadaném bytovém domě	42
Obrázek 3-7: Vyhodnocení výsledků z programu WILS	42
Obrázek 3-8: Pracovní rozhraní programu EcoStruxure Power Design.....	43
Obrázek 3-9: Výstup z programu EcoStruxure Power Design	43

8 Seznam použitých zkratek

IP	Stupeň krytí	
HDO	Hromadné dálkové ovládání	
RE	Elektroměrový rozvaděč	
RB	Bytový rozvaděč	
RS	Rozvaděč pro společnou potřebu	
HDS	Hlavní domovní skříň	
HDV	Hlavní domovní vedení	
HOP	Přípojnice hlavního pospojování	
DC	Stejnoseměrný proud	
AC	Střídavý proud	
L	Fázový vodič	
PE	Ochranný vodič	
N	Nulový vodič	
PEN	Pracovní ochranný střední vodič	
SELV	Oddělené malé napětí (Separated Extra Low Voltage)	
PELV	Chráněné malé napětí (Protective Extra Low Voltage)	
EZS	Elektrická zabezpečovací signalizace	
EPS	Elektrická požární signalizace	
CCTV	Kamerové systémy	
PZTS	Poplachový zabezpečovací a tísňový systém	
UGR	Jednotné hodnocení oslnění (Unified Glare Rating)	
LAN	lokální síť (Local Area Network)	
l	Délka vodiče	[m]
S	Průměr vodiče	[mm ²]
P _b	Soudobý příkon	[kW]
β	Soudobost	[-]
P _v	Výpočtové zatížení	[kW]
U _s	Jmenovité sdružené napětí	[V]
I _p	Výpočtový proud	[A]
I _r	Jmenovitá zatížitelnost	[A]
γ	Konduktivita	[S.m.mm ⁻²]
cos φ	Průměrný účinník spotřebiče	[-]

9 Seznam Příloh

IČ	Název	Měřítko	Formát
P1	Situace	1:200	A3
P2	Světelné rozvody 1.S	1:50	A2
P3	Světelné rozvody 1.NP	1:50	A2
P4	Světelné rozvody 2.NP	1:50	A2
P5	Světelné rozvody 3.NP	1:50	A2
P6	Zásuvkové rozvody 1.S	1:50	A2
P7	Zásuvkové rozvody 1.NP	1:50	A2
P8	Zásuvkové rozvody 2.NP	1:50	A2
P9	Zásuvkové rozvody 3.NP	1:50	A2
P10	Slaboproudé rozvody 1.S	1:50	A2
P11	Slaboproudé rozvody 1.NP	1:50	A2
P12	Slaboproudé rozvody 2.NP	1:50	A2
P13	Slaboproudé rozvody 3.NP	1:50	A2
P14	Schéma zapojení rozvaděčů	XXX	A4
P15	Bytové rozvaděče RB1, RB2	XXX	A3
P16	Bytové rozvaděče RB3, RB4	XXX	A3
P17	Bytové rozvaděče RB5, RB6	XXX	A3
P18	Bytové rozvaděče RBS	XXX	A3
P19	Elektroměrový rozvaděč RE1	XXX	A3
P20	Elektroměrový rozvaděč RE2	XXX	A3
P21	Elektroměrový rozvaděč RE3	XXX	A3
P22	Elektroměrový rozvaděč RE4	XXX	A3
P23	Elektroměrový rozvaděč RE5	XXX	A3
P24	Elektroměrový rozvaděč RE6	XXX	A3
P25	Elektroměrový rozvaděč RES	XXX	A3